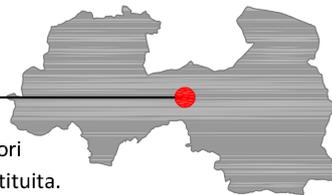


La Piazza Viva



Che sia un'esortazione o un aggettivo, comunque viva e vivace ci immaginiamo la piazza di Capannori pulsante delle quaranta luci che la animeranno, come le quaranta frazioni da cui è costituita.

Svelata e, finalmente, riconoscibile nella sua identità perché cuore della tradizione e geni della trasformazione, armonica come la musica che potrà risuonare, visibile ma non eccentrica, composta e solida, accessibile. Una pagina bianca, un luogo neutrale, uno spazio nuovo.

Allora che la piazza viva.

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO

Capannori Città - La nuova Piazza Aldo Moro

UBICAZIONE:

Piazza Aldo Moro

COMMITTENTE:

COMUNE DI CAPANNORI

SERVIZI ALLA CITTA'

Ufficio Lavori Pubblici

DIRIGENTE UFFICIO
LAVORI PUBBLICI:

Arch. Stefano Modena

ELABORATI

Relazione:
RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA

T02

Architetto Nicola Boccaccini

in qualità di Progettista e di capogruppo dell'Associazione Temporanea di Professionisti, con mandato collettivo di rappresentanza tra i seguenti:
Arch. Nicolai Luca, Arch. Menichini Galileo, Arch. Di Vecchio Chiara, Arch. Batistoni Elisabetta, Arch. Bianchi Barbara, Dott. Botazzoli Patrizia Orsola, Arch. Filidei Deborah, Ing. Giometti Luca, Arch. Giovannini Sabrina, Ing. Guidi Michela, Dott. Martini Elvio, Arch. Ristori Sergio, Dott. Sani Alessandra, Arch. Vercelli Silvia, Arch. Perelli Andrea, Geologo Mariotti Bianchi Cristina, Ing. Pisano Francesco, Arch. Tolaini Alessandro, (atto Notaio Raspini Gaetano in Lucca, Repertorio n°143614, registrato a Lucca il 07.06.2017 al n°4428, serie 15

Arch. Nicola Boccaccini - gliarchitettiassociati
Via Guidiccioni n.111, cap.55100, San Concordio, Lucca.

tel. 0583/316948
e.mail: nicolaboccaccini@gliarchitettiassociati.com

P.I.V.A 02122940469 C.F BCCNCL72A22E715U

Antonio Manfredi

Timbro e Firma

Geologo



Timbro e Firma

Capogruppo A.T.P. per presa visione

COMUNE DI CAPANNORI

1	PREMESSA	2
2.	CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA	4
3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME	9
3.1	MORFOLOGIA	9
3.2	CAMPAGNA GEOGNOSTICA	9
3.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA	10
3.4	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	11
3.5	IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	14
4	CLASSIFICAZIONE SISMICA	18
5	SPECIFICHE DI PROGETTO E VALUTAZIONI IN MERITO ALLA FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO	19
6	DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO	20
7	VALUTAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DELL'AREA	21
8	VALUTAZIONI IN MERITO ALLE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO DEGLI EFFETTI DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO	22
9	RIORGANIZZAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	23
10	VINCOLI	26
11	VALUTAZIONI IN MERITO ALLA TUTELA DELLE ACQUE DALL'INQUINAMENTO	28
12	VALUTAZIONI IN MERITO ALLE MODALITA' DI SCAVO E DI RIPORTO	30

TAVOLE NEL TESTO

- Tavola 1 – Corografia scala 1:10.000
- Tavola 2 – Carta geologica scala 1:10.000
- Tavola 3 – Stralcio CTR con ubicazione indagini scala 1:2.000
- Tavola 4 – Planimetria generale stato attuale scala 1:500
- Tavola 5 – Planimetria generale stato di progetto scala 1:500
- Tavola 6 – Schema di drenaggio delle acque meteoriche scala 1:500
- Tavola 7 – Sezione geologica scala 1:200

ALLEGATI NEL TESTO

- Allegato 1 Dati di base (Quadro conoscitivo Variante generale al Regolamento Urbanistico)
- Allegato 2 Prove Penetrometriche statiche e dinamiche

1 PREMESSA

Il progetto, delineatosi a seguito del concorso di idee “*Masterplan Capannori città – una comunità quaranta paes*”, prevede la riorganizzazione della Piazza Aldo Moro ubicata subito ad Ovest dell'edificio che ospita la sede del municipio del Comune di Capannori (LU).



Il lotto, che presenta una superficie complessiva pari a 10172,84 m² è attualmente occupato oltre dalla viabilità carrabile locale anche da aree adibite a parcheggi ed a verde pubblico.

Il progetto prevede la riorganizzazione e la valorizzazione del lotto in modo da riqualificare l'area; per far questo il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere principali:

- la realizzazione di una piazza
- il rifacimento della scala e della rampa di accesso al municipio
- il ridimensionamento della sede viaria
- il completamento della pista ciclabile
- l'eliminazione delle aree a parcheggio e una redistribuzione delle aree a verde
- la riorganizzazione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche

Le indagini, finalizzate ad una valutazione della situazione geologica e idrogeologica generale della zona in cui ricade l'area di progetto e ad una valutazione delle caratteristiche

geologico-tecniche del substrato di fondazione, sono state eseguite in accordo con la normativa seguente:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008, Testo Unitario – Norme Tecniche delle Costruzioni.
- Consiglio superiore dei lavori pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, circolare 2 febbraio 2009.
- D.P.G.R n. 36/R del 9 luglio 2009 "Regolamento di attuazione dell'art. 117 commi 1 e 2 della L.R. n. 1 del 3 gennaio 2005 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.
- Del n. 421 del 26/05/2014 "Aggiornamento della classificazione del territorio della Regione Toscana 2014".
- Variante generale al Regolamento Urbanistico vigente approvato definitivamente con Del C.C. n. 46 del 06/07/2016
- Autorità di Bacino Fiume Arno – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni approvato con Del. n. 235 del 03/03/16
- Autorità di Bacino Fiume Arno - Piano di Bacino del Fiume Arno Stralcio Assetto Idrogeologico approvato con D.P.C.M. 06/05/2005
- DLgsI n. 152 del 03/04/2006 Norme in materia ambientale e succ mod.
- LR n. 20 del 31/05/2006 Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
- DPGR n. 46/R del 08/09/2008 Regolamento di attuazione della LR n. 20 del 31/05/2006 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e scc. Mod.

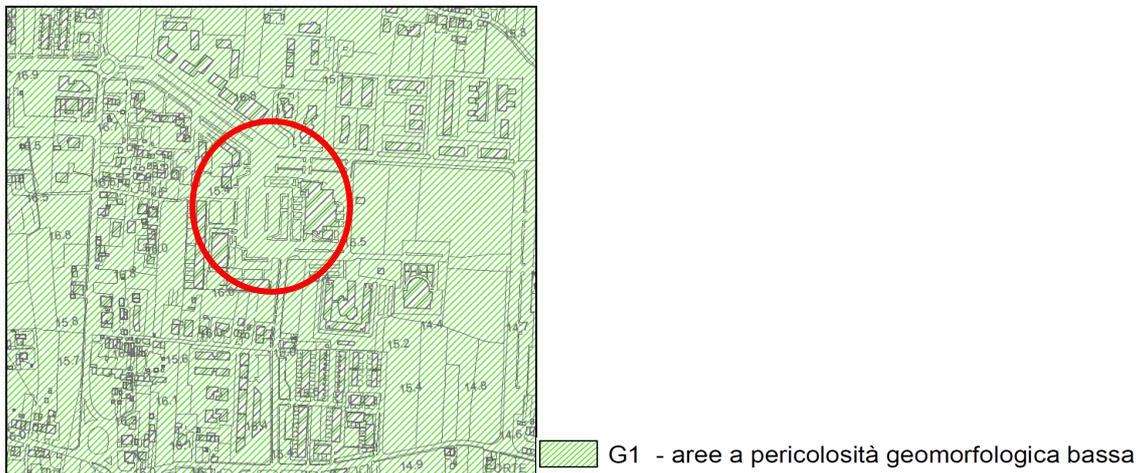
2. CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA

Si riporta di seguito la classificazione dell'area di intervento ricavata dagli strumenti urbanistici vigenti:

REGOLAMENTO URBANISTICO

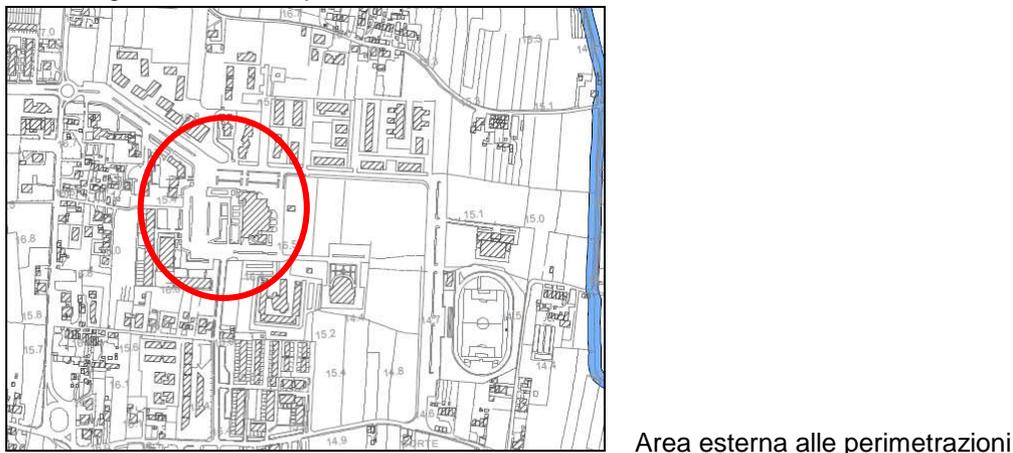
Dallo stralcio della Carta della Pericolosità Geomorfologica si rileva che il lotto di intervento ricade all'interno della classe **G1 – Aree a Pericolosità Geomorfologica BASSA**. Tale classe comprende le aree pianeggianti o sub pianeggianti in cui gli elementi geomorfologici, litologici, giacaturali e litotecnici non costituiscono fattori in grado di produrre fenomeni di dissesto.

Carta della pericolosità geomorfologica



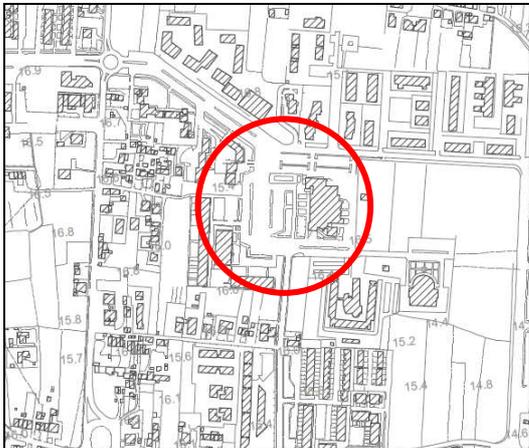
In merito agli aspetti idraulici, la cartografia evidenzia che il lotto si trova all'esterno delle aree di pertinenza fluviale.

Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali



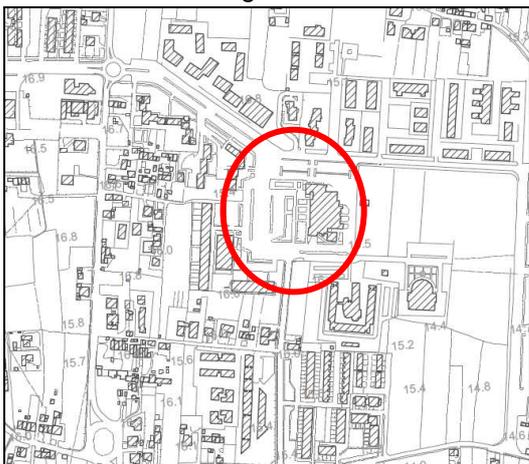
L'area risulta esterna anche alle perimetrazioni delle aree allagabili con $Tr = 30$ anni e con $Tr = 200$ anni

Carta delle aree allagabili $Tr = 30$ anni



Area esterna alle perimetrazioni

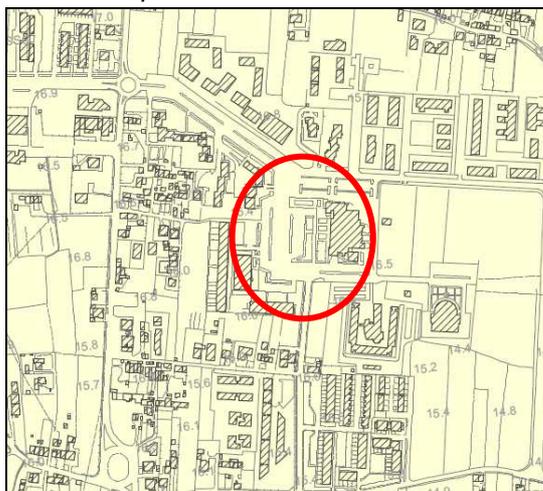
Carta delle aree allagabili $Tr = 200$ anni



Area esterna alle perimetrazioni

Dallo stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica sotto riportato, si rileva che l'area ricade all'interno della classe **I2 – Aree a Pericolosità Idraulica MEDIA**. Tale classe comprende le aree interessate da allagamenti per eventi con $200 < Tr \leq 500$.

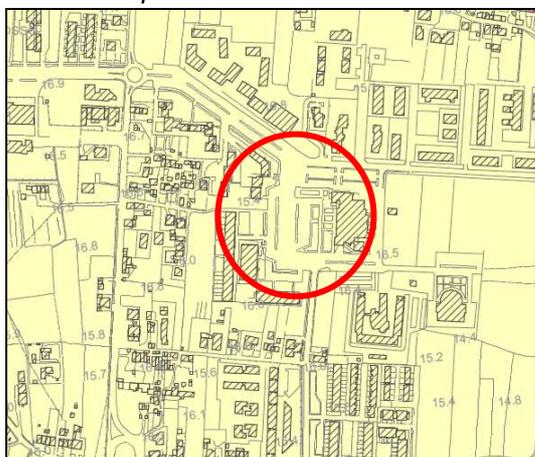
Carta della pericolosità idraulica



 I2 Pericolosità Idraulica media

Per quanto concerne la pericolosità sismica, il lotto di intervento ricade in un'area classificata **S2 – Pericolosità Sismica Locale MEDIA**. Si tratta di zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3, ovvero non caratterizzate da forti contrasti di impedenza sismica (generalmente corrispondenti alle categorie di sottosuolo B o C) ad esempio depositi alluvionali della pianura.

Carta della pericolosità sismica



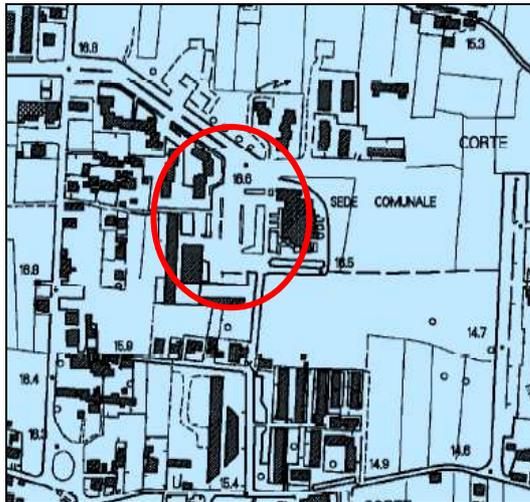
S.2

MEDIA

Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

Il lotto, ricade all'interno del perimetro del bacino del Fiume Arno; le cartografie redatte a supporto del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) indicano per l'area una Pericolosità idraulica **P1 – Aree a Pericolosità da Alluvione BASSA**.

Pericolosità idraulica

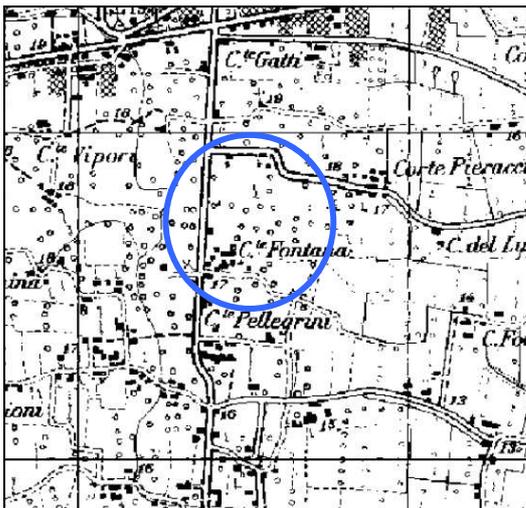


□ P1 ■ P2 ■ P3

Ai sensi dell'art. 11 della Disciplina di Piano del Piano di Gestione del Rischio di alluvioni (PGRA) "nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico".

Nella Carta "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (livello di sintesi)" redatta dall'Autorità di Bacino del F. Arno a supporto del P.A.I., l'area risulta esterna alle perimetrazioni delle aree a pericolosità da frana.

Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (livello di sintesi)"



Area esterna alle perimetrazioni

Il progetto, come specificato nella premessa, prevede la realizzazione di una serie di interventi in modo da riqualificare l'area; per far questo il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere principali:

- la realizzazione di una piazza
- il rifacimento della scala e della rampa di accesso al municipio
- il ridimensionamento della sede viaria
- il completamento della pista ciclabile
- l'eliminazione delle aree a parcheggio e una redistribuzione delle aree a verde
- la riorganizzazione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche

Utilizzando l'abaco per la determinazione della Fattibilità in relazione agli interventi previsti e alla classificazione della pericolosità dell'area, si ottengono le seguenti classi (di seguito viene indicata unicamente la classe di fattibilità massima ricavata per gli interventi e relativa alla realizzazione della scala e della rampa di accesso al municipio).

Fattibilità Geomorfologica: II – Fattibilità con normali vincoli. *“.....sono prescritte indagini di approfondimento da condursi ai sensi della normativa tecnica vigente....allo scopo di pervenire alla definizione del modello geotecnico di riferimento”*

Fattibilità idraulica: II – Fattibilità con normali vincoli *“.....al fine di accrescere le condizioni di sicurezza è prescritto che le quote dei piani di calpestio dei piani terra e le soglie di ingresso a piani interrati siano rialzati di almeno 15 cm rispetto alle aree esterne..... ”*

Fattibilità sismica: II – *“....Sono prescritte indagini di approfondimento del quadro conoscitivo condotte a norma del D.P.G.R. 36/R/2009.....”*

In relazione alle classi di fattibilità determinate non si ravvisano limitazioni alla realizzazione delle opere previste dal progetto.

3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME

3.1 Morfologia

Il lotto di intervento si trova nella porzione centrale della piana di Lucca nella fascia di territorio delimitata a Nord dalla Via Pesciatina e a Sud dalla Via Romana.

La piazza e l'edificio che ospita la sede comunale, si trovano ad una quota di circa 16,3 m s.l.m. in una zona urbanizzata caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante con una debole pendenza complessiva pari allo 0,2% circa verso E.

3.2 Campagna geognostica

Il progetto prevede la riqualificazione dell'area antistante l'edificio comunale; fra gli interventi che prevedono un'interazione con l'assetto geotecnico del sito, quello di maggior rilievo è il rifacimento della scala di accesso all'edificio, che avviene mediante una terrazza posta ad una quota di circa + 3,0 m rispetto al piano di campagna circostante.

Per una caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica dell'area, sono stati presi in esame i dati di base allegati al Quadro Conoscitivo della variante al Regolamento Urbanistico.

In particolare sono state analizzate le seguenti indagini geognostiche e geofisiche (Allegato 1) eseguite subito ad Est dell'edificio comunale:

- n. 1 Prova penetrometrica statica CPT approfondita con penetrometro dinamico fino alla profondità di 8,0 m e attrezzata con piezometro (n. 16)
- n. 1 indagine di tomografia sismica a rifrazione mediante onde SH (n. 33)
- n. 1 misura di microtremore (Tr n. 007)

Inoltre a supporto, del progetto, sono state appositamente eseguite le seguenti indagini (Allegato 2):

- n. 1 prova penetrometrica statica CPT approfondita con penetrometro dinamico DPSH
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche
- n. 2 piezometri per la misurazione del livello di falda.

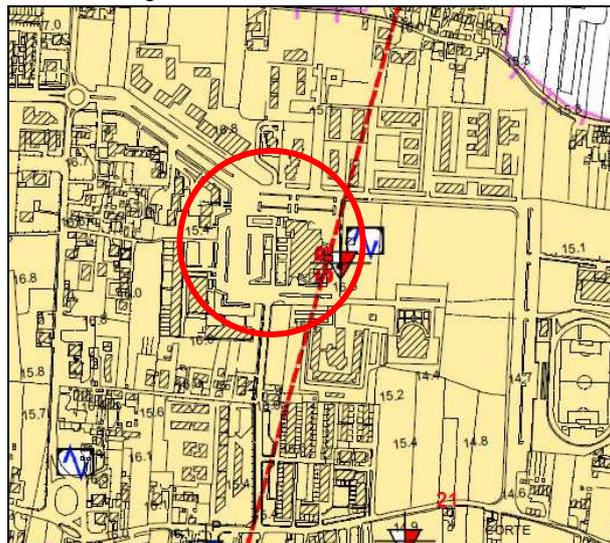
Si ritiene che le indagini effettuate, integrate con i dati bibliografici reperiti per la zona, siano più che sufficienti alla caratterizzazione del volume significativo di terreno interessato dall'intervento.

3.3 Inquadramento geologico dell'area

L'area di intervento si colloca sui depositi alluvionali prevalentemente limo sabbiosi (bellettone) di media permeabilità poco ad Est rispetto ad un paleoalveo del Fiume Serchio orientato circa Nord Sud ma che a Sud dell'area assume un andamento Est Ovest.

La Carta Litologico tecnica inserisce i depositi affioranti nell'area, nella classe SM/SW corrispondenti a terreni di copertura prevalentemente sabbioso limosi.

Carta Litologico tecnica e dei dati di base



SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo

Dati geognostici di base

- 15**  Prova penetrometrica statica con punta meccanica (con ID in rosso: dai dati allegati al P.S. 2003)
- Tr7**  Misura di microtremore a stazione singola
- 8 SR**  Profilo sismico a rifrazione
- - -** traccia delle sezioni geologiche rappresentative del sottosuolo

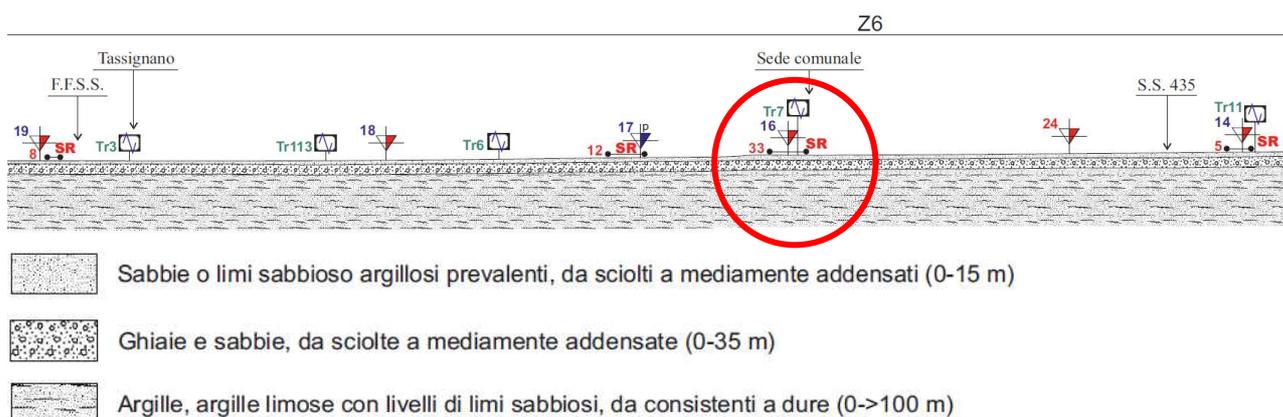
La stratigrafia dei depositi alluvionali desunta sulla base dei dati bibliografici presenti in un intorno significativo dell'area, può essere sommariamente ricondotta a tre orizzonti principali di cui i primi due di età quaternaria superiore ed il terzo di età quaternaria inferiore-media.

L'orizzonte superficiale, costituito da sedimenti prevalentemente fini (limi sabbiosi e limi argillosi) è tipico di una situazione di ambiente fluviale caratterizzata da una sempre minore energia di trasporto.

Al di sotto è presente un orizzonte di terreni più grossolani costituito da ghiaie e sabbie con matrice limoso-sabbiosa, rinvenuto localmente ad una profondità variabile da circa 4 - 6 m fino a circa 30 - 40 m di profondità; tali sedimenti testimoniano fasi deposizionali di maggiore energia.

Il terzo orizzonte è rappresentato dai sedimenti fluvio-lacustri di età quaternaria inferiore - media presenti dalla base delle ghiaie e costituiti prevalentemente da terreni fini argillosi e argilloso limosi.

Si riporta di seguito uno stralcio della Sezione 2 estratta dalla *Tavola A6 – “Sezioni geologiche rappresentative del modello del sottosuolo”* allegata al Regolamento Urbanistico vigente tracciata proprio in corrispondenza della sede comunale, che evidenzia la presenza dei tre orizzonti principali individuati.



3.4 Stratigrafia e caratteristiche geotecniche dei terreni

Per la caratterizzazione di dettaglio dei terreni dal punto di vista stratigrafico e geotecnico è stata effettuata una prova penetrometrica statica approfondita con penetrometro dinamico fino alla profondità di 8,20 m in corrispondenza dell'area a verde in scarpata di raccordo fra la piazza e la terrazza dell'edificio. La prova, eseguita ad una quota di + 0,76 m dal piano del parcheggio, ha permesso di determinare la stratigrafia in corrispondenza dell'area di rifacimento dell'accesso al fabbricato.

Sono poi state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) in corrispondenza dell'area a verde e di quella asfaltata adibita a parcheggio nella zona antistante l'accesso all'edificio. Queste prove sono state necessarie per caratterizzare gli strati superficiali del sottosuolo e per individuare lo spessore della massiciata stradale e del terreno di riporto e rimaneggiato.

Data la presenza nell'area di numerosi sottoservizi l'ubicazione delle prove è stata individuata in modo da avere la sicurezza di non intercettare cavi o tubazioni.

Dall'elaborazione delle prove penetrometriche è stata ricavata la seguente stratigrafia media a cui sono stati associati i corrispondenti parametri geotecnici (φ = angolo di attrito interno del terreno; c_u = coesione non drenata; M_0 = modulo edometrico; γ = peso di volume del terreno asciutto γ_{sat} = peso di volume del terreno saturo):

Prova penetrometrica statica CPT1 - da m 7,00 dal piano di campagna approfondita con penetrometro dinamico DPSH1

0,00 – 2,00 m Suolo vegetale e terreno di riporto e rimaneggiato eterogeneo

$$\begin{aligned}\varphi &= 31^\circ \\ M_0 &= 154 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma &= 1900 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2000 \text{ Kg/m}^3\end{aligned}$$

2,00 – 3,80 m Limi argillosi

$$\begin{aligned}c_u &= 0,56 \text{ Kg/cm}^2 \\ M_0 &= 45 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma &= 1800 \text{ Kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1900 \text{ K/m}^3\end{aligned}$$

3,80 – 6,00 m Limi sabbiosi

$$\begin{aligned}\varphi &= 28^\circ \\ c_u &= 0,75 \text{ Kg/cm}^2 \\ M_0 &= 70 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma &= 1800 \text{ Kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1900 \text{ K/m}^3\end{aligned}$$

6,00 – 8,20 m Sabbie e ghiaie

$$\begin{aligned}\varphi &= 31-32^\circ \\ M_0 &= 160 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma &= 1900 \text{ Kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2000 \text{ K/m}^3\end{aligned}$$

Prova penetrometrica dinamica DPSH2

0,00 – 0,8 m Terreno di riporto e rimaneggiato eterogeneo

$$\begin{aligned}\varphi &= 32^\circ \\ M_0 &= 110 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma &= 1900 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2000 \text{ t/m}^3\end{aligned}$$

0,80 – 5,40 m Limi sabbiosi e limi argillosi

$$\begin{aligned}\varphi &= 28^\circ \\ c_u &= 0,5 \text{ Kg/cm}^2 \\ M_0 &= 50 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma &= 1800 \text{ Kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1900 \text{ K/m}^3\end{aligned}$$

5,40 – 6,20 m Sabbie e ghiaie

$$\begin{aligned}\varphi &= 31^\circ \\ M_0 &= 100 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma &= 1900 \text{ Kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2000 \text{ K/m}^3\end{aligned}$$

Prova penetrometrica dinamica DPSH3

0,00 – 0,80 m	Massicciata stradale, terreno di riporto e rimaneggiato eterogeneo $\varphi = 32^\circ$ $M_0 = 110 \text{ Kg/cm}^2$ $\gamma = 1900 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 2000 \text{ t/m}^3$
0,80 – 5,20 m	Limi sabbiosi e limi argillosi $\varphi = 28^\circ$ $c_u = 0,4 \text{ Kg/cm}^2$ $M_0 = 45 \text{ Kg/cm}^2$ $\gamma = 1800 \text{ Kg/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 1900 \text{ K/m}^3$

I risultati delle prove eseguite concordano con i dati ricavati dalla prova penetrometrica allegata ai dati di base del Regolamento Urbanistico confermando, per l'area circostante al lotto, una omogeneità dei depositi alluvionali che presentano localmente una continuità laterale e verticale.

La stratigrafia di dettaglio dell'area può essere ricondotta a 3 orizzonti principali:

ORIZZONTE 1 – Terreno di riporto e rimaneggiato e massicciata stradale

Livello costituito da terreni eterogenei incoerenti di spessore pari a circa 0,8 - 1,0 m nella zona del parcheggio e pari a 2,0 m in corrispondenza dell'area a verde di collegamento fra la quota della piazza e la terrazza di accesso all'edificio comunale.

ORIZZONTE 2 – Limi argilloso sabbiosi

Livello costituito da terreni fini caratterizzati da uno scarso grado di addensamento e spessore variabile da 3,8 m a 4,4 m.

ORIZZONTE 3 – Sabbie e ghiaie

Livello costituito da terreni grossolani caratterizzati da un grado di addensamento da medio ad elevato. Tale litotipo è stato rilevato fino alla profondità massima indagata, anche se dati bibliografici confermano la sua presenza fino a circa 30-40 m di profondità.

3.5 Idrografia e idrogeologia

Il reticolo idrografico principale della zona è rappresentato dal Rio del Frizzone che scorre ad Est della sede comunale e che è caratterizzato da una direzione di scorrimento dapprima verso Sud Est poi verso Sud fino a confluire nel Canale detto Rogio.

Localmente il drenaggio dell'area circostante al sito oggetto di variante è assicurato dal reticolo fossi e canalette interpoderali, aventi direzione di flusso verso Est e quindi verso il Rio del Frizzone.

La porzione Sud dell'area di intervento è attraversata da un canale tombato verso il quale vengono convogliate le acque drenate dall'area; il canale, che recapita le acque nel Rio del Frizzone, è indicato nella Carta del Reticolo di Gestione e del reticolo idrografico di cui alla L.R. 79/2012 aggiornato con DCRT 101/2016.

Il reticolo di gestione è il sottoinsieme del reticolo idrografico che necessita di manutenzione, sorveglianza e gestione per garantire il buon regime delle acque, prevenire e mitigare fenomeni alluvionali. Come mostra la legenda, il tratto di reticolo in esame rientra tra quelli non oggetto di gestione da parte del Consorzio di Bonifica.

Carta del Reticolo di Gestione

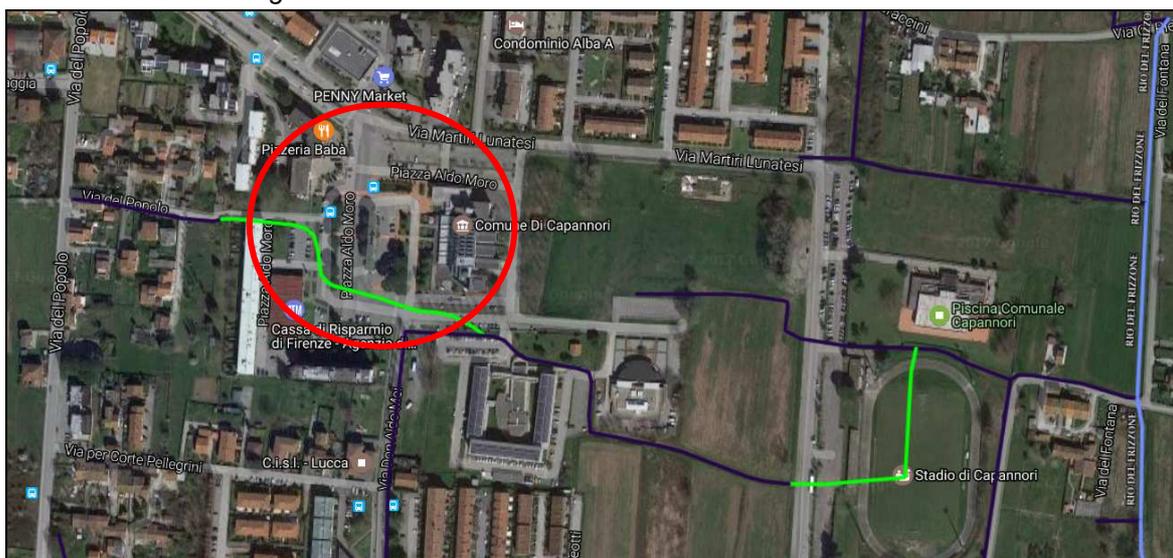


Reticolo di gestione LR 79/2012 aggiornato con DCRT 101/2016

-  Tratto in gestione
-  Tratto non in gestione

Il reticolo idrografico è l'insieme dei tratti insistenti nel territorio regionali, individuati come previsto dall'art. 4 della LR 79/2012 che rimanda all'art. 54 del D lgs 152/06 ovvero "l'insieme degli elementi che costituiscono il sistema drenante alveato del bacino idrografico". Come mostra la legenda, il tratto in prossimità dell'area di intervento risulta per un tratto tombato, il restante tratto (individuato come "No altro reticolo") rientra fra quelli non facenti parte del reticolo idrografico ma rappresentabile dal punto di vista cartografico.

Carta del Reticolo idrografico

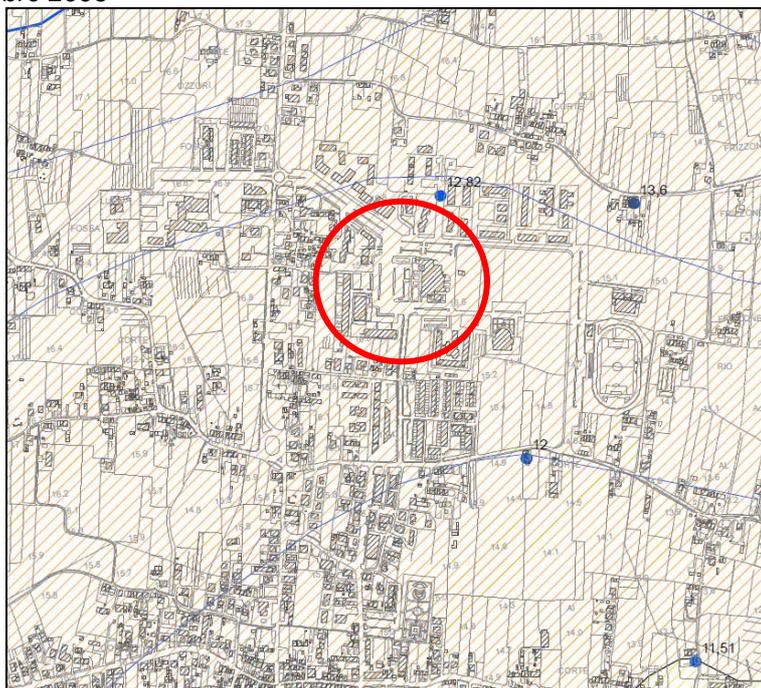


Reticolo idrografico LR 79/2012 aggiornato con DCRT 101/2016

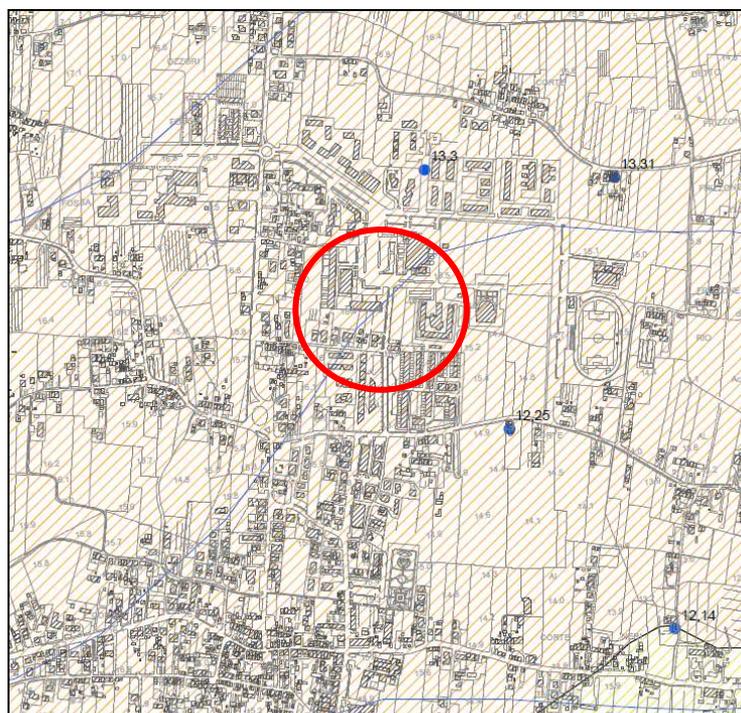
- SI
- NO (ALTRO RETICOLO)
- TOMBATO

I depositi limo argilloso sabbiosi superficiali sono caratterizzati da un grado di permeabilità primaria medio; lo spessore di tali depositi pari a circa 4-6 m, ricavato dai dati stratigrafici disponibili nella zona e confermato dalle indagini eseguite, costituisce una medio-bassa protezione al livello ghiaioso sede dell'acquifero al quale è stata associata una vulnerabilità elevata (v. stralcio *Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi* sotto riportato con misurazioni riferite al mese di Ottobre 2006 e Maggio 2007).

Ottobre 2006



Maggio 2007



Grado di Vulnerabilità

 E=elevata

186 - 210

 Isopiezie principali - equidistanza 5m (m s l m) *

 Isopiezie secondarie - equidistanza 1m (m s l m) *

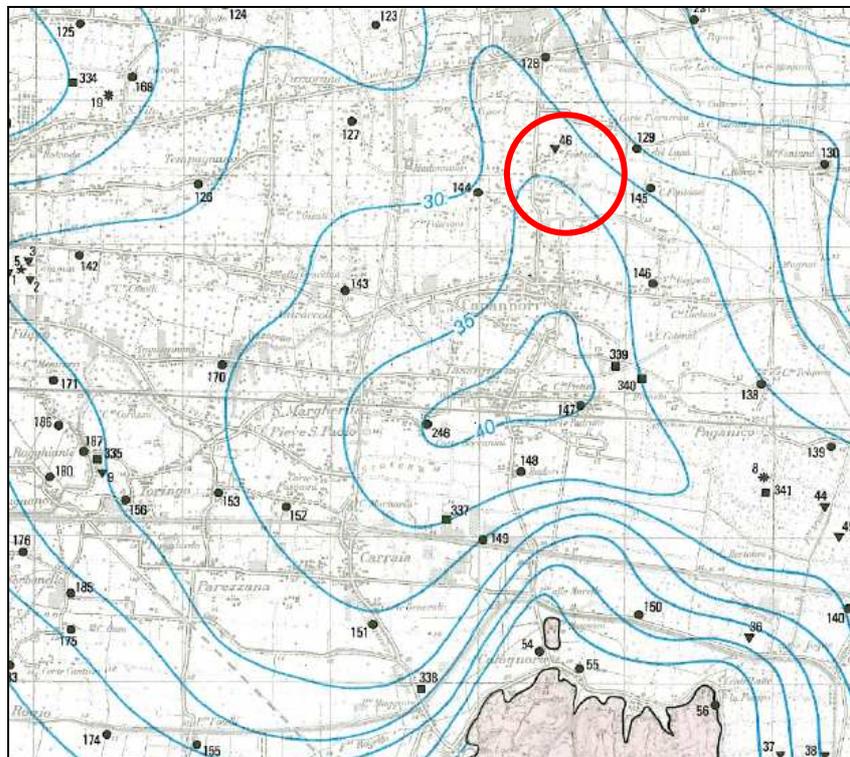
I depositi ghiaioso sabbiosi che si estendono nell'intera pianura con notevoli variazioni di spessore, sono sede di un acquifero che risulta confinato inferiormente dal substrato roccioso pre-miocenico; localmente la falda freatica presenta direzioni di deflusso orientate da Nord verso Sud – Sud Est, mentre a Sud dell'area in oggetto gli assi di drenaggio assumono un andamento Est Ovest coincidente con l'alveo del Canale Rogio.

Dalle cartografie disponibili si rileva un livello di falda con profondità pari a circa 12,5 – 13,0 m s.l.m. (misurazioni riferite al mese di Ottobre 2006 e Maggio 2007) corrispondenti ad una profondità di circa 3,3 – 3,8 m dal piano medio di campagna.

Le misure eseguite nei perfori delle prove penetrometriche in data 12/06/2017 hanno intercettato il livello di falda ad una profondità di circa 3,7 m e 3,0 m dal piano di campagna rispettivamente in P1 e P2 (si precisa che il piezometro in P1 si trova ad una quota di circa +66 rispetto al piezometro P2).

Dallo stralcio della Carta delle isopache dell'acquifero alluvionale, (tratta da "Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca (R. Nardi, G. Nolledi e F. Rossi)), si osserva che nell'area in esame l'orizzonte ghiaioso sabbioso sede dell'acquifero, ha uno spessore medio di circa 35 m.

Carta delle isopache dell'acquifero alluvionale
("Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca (R. Nardi, G. Nolledi e F. Rossi))



4 CLASSIFICAZIONE SISMICA

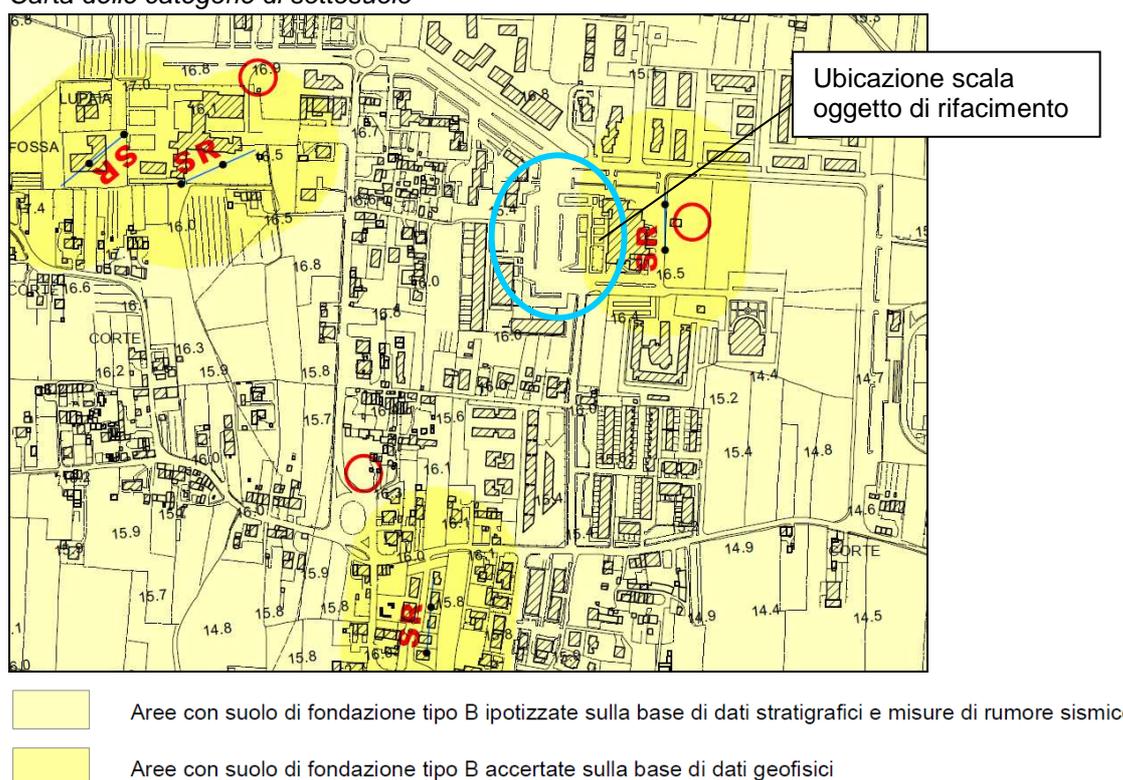
Il Comune di Capannori, ai sensi dell'Allegato 1 della Del. 421 del 26/05/2014 (Aggiornamento della classificazione sismica regionale) è stato confermato nella Zona sismica 3.

Ai fini della definizione della categoria di sottosuolo è stata presa in esame la tomografia sismica a rifrazione mediante onde SH (n. 33) allegata ai dati di base del Regolamento Urbanistico.

Il profilo sismo tomografico mostra che la velocità di propagazione delle onde Sh aumenta in maniera graduale con la profondità. Il calcolo della velocità nei primi 30 m ha fornito un valore $V_{s30} = 551$ m/sec.

La Carta delle Categorie di sottosuolo, mostra che l'intervento di rifacimento della scala di accesso al fabbricato, ricade all'interno delle "Aree con suolo di fondazione B accertato sulla base di dati geofisici". Tale categoria di sottosuolo viene confermata anche dalle altre indagini sismiche eseguite nella zona circostante a quella di progetto.

Carta delle categorie di sottosuolo



Data la continuità geologica riscontrata nella zona si ritiene ragionevole confermare tale categoria di sottosuolo anche per il sito in oggetto.

Ai sensi delle Norme Tecniche delle Costruzioni (2008), Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo, tale la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione **tipo B** è così definita:

B – Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Dato l'assetto morfologico della zona, è possibile classificare il sito di interesse come categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $St = 1,0$ (tab. 3.2.VI D.M. 14/01/08).

5 SPECIFICHE DI PROGETTO E VALUTAZIONI IN MERITO ALLA FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Il progetto, come specificato nella premessa prevede la riqualificazione dell'area antistante il municipio; fra gli interventi previsti riportiamo di seguito i principali:

- la realizzazione della piazza
- il rifacimento della scala e della rampa di accesso al municipio
- il ridimensionamento della sede viaria
- il completamento della pista ciclabile
- l'eliminazione delle aree a parcheggio e la redistribuzione delle aree a verde
- la riorganizzazione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche

Per quanto concerne il progetto di rifacimento della scala, il progettista strutturale ha previsto la demolizione della struttura esistente ed uno sbancamento di 50/60 cm dal piano di campagna. Le strutture andranno ad attestarsi sui terreni di fondazione mediante platee in cemento armato di spessore pari a 20 cm poste a – 40 cm dal piano di campagna (per i dettagli si rimanda agli elaborati presentati dal progettista strutturale).

Per le aree a verde che intervallano le strutture di accesso al fabbricato, il terreno vegetale di riempimento per la piantumazione delle specie vegetali previste, verrà posto direttamente sul terreno naturale.

Per la valutazione della fattibilità del progetto e delle problematiche da affrontare in fase esecutiva, data la struttura prevista e in relazione a quanto emerso dalla presente indagine geologica, sono state prese in esame le seguenti problematiche:

- Definizione del modello geotecnico
- Valutazioni relative alla sismicità dell'area

- Valutazioni in merito alle disposizioni per il contenimento degli effetti dell'impermeabilizzazione del suolo
- Riorganizzazione della rete di drenaggio delle acque superficiali
- Vincoli
- Valutazioni in merito alla tutela delle acque dall'inquinamento
- Valutazioni in merito alle modalità di scavo e di riporto

6 DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO

Dall'analisi dei dati raccolti, può essere assunto per l'area, il seguente modello geotecnico medio, rappresentato da n. 3 litotipi principali caratterizzati da parametri geotecnici medi:

Descrizione litologica	Parametri geotecnici caratteristici				
	cu kg/cm ²	φ' °	γ Kg/m ³	γ _{sat} Kg/m ³	E _d kg/cm ²
LITOTIPO 1 Massicciata stradale e terreno di riporto eterogeneo	---	31	1900	2000	110
LITOTIPO 2 Limi argilloso sabbiosi	0,5	28	1800	1900	45
LITOTIPO 3 Sabbie e ghiaie	---	31	1900	2000	120

cu: coesione non drenata; φ': angolo di attrito interno efficace; γ: peso volume terreno asciutto; γ_{sat}: peso di volume terreno saturo; E_d: modulo edometrico

Nel caso in esame la normativa consente di utilizzare i valori medi dei parametri geotecnici in considerazione del fatto che, nel caso di fondazione superficiale, il volume di terreno interessato dalla superficie di rottura è sufficientemente grande per una possibile compensazione delle eterogeneità (Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – CSLP).

Il modello geotecnico ora descritto, redatto ai sensi delle N.T.A. del D.M. 14.01.2008, potrà essere preso come riferimento per le verifiche geotecniche sulle fondazioni.

Da tenere presente che lo spessore del terreno di riporto al di sopra dei depositi alluvionali limo sabbiosi, è stato determinato attraverso le 3 prove penetrometriche eseguite; data l'estensione dell'area di intervento, non sono da escludere sia una variazioni dello spessore che delle caratteristiche geotecniche di tali terreni. Durante la fase di cantiere si raccomanda di verificare l'omogeneità dei terreni di appoggio delle varie opere in modo da prevedere, se necessario, un'asportazione dei terreni scadenti ed una loro sostituzione con materiale arido di buona qualità.

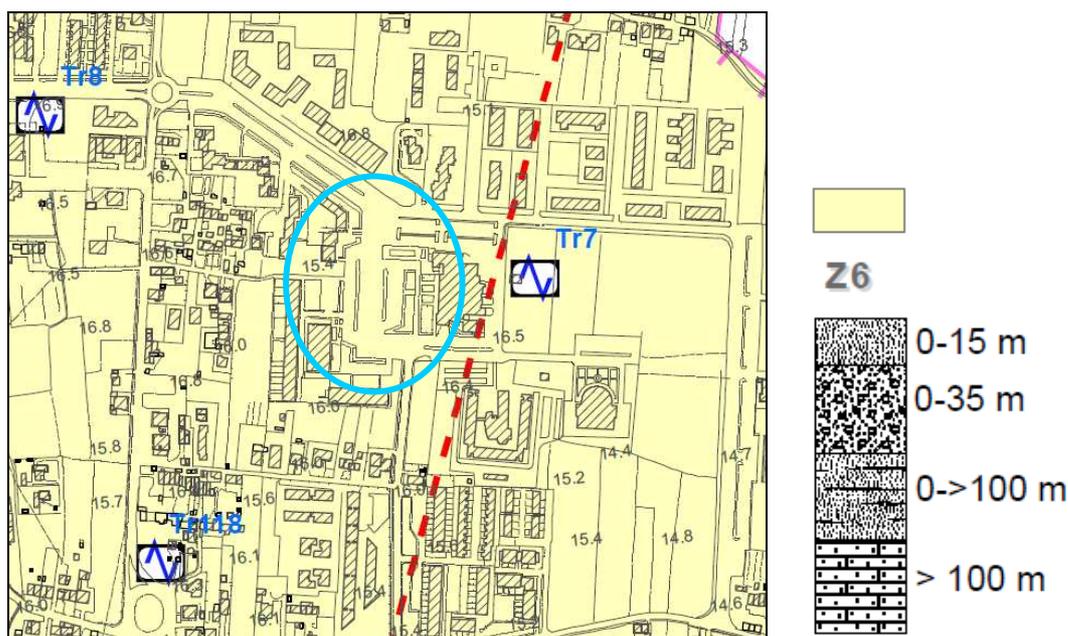
7 VALUTAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DELL'AREA

La tomografia sismica a rifrazione presa a riferimento, ha individuato livelli caratterizzati da una velocità delle onde Sh che aumenta progressivamente con la profondità, non sono pertanto da prevedere fenomeni di amplificazione per cause litologiche.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Simica (MOPS) redatta a supporto del Regolamento Urbanistico ai sensi del Regolamento 53/R paragrafo 2.1.C.5, ha la finalità di caratterizzazione del substrato geologico e dei terreni di copertura, di ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico e la definizione di eventuali forme geomorfologiche di superficie e sepolte.

L'area di intervento è stata inserita nella **Zona B – Zone stabili suscettibili di amplificazioni stratigrafiche**, nel caso specifico: **Z6 – Sabbie, limi sabbioso argillosi da sciolti a mediamente addensati** – SM/SW con spessori da 0 a 15 m su ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate.

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica



-  Substrato lapideo indifferenziato (>100m)
-  Argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi, da consistenti a dure (0->100m)
-  Sabbie o limi sabbioso-argillosi prevalenti da sciolti a mediamente addensati (0-15m)
-  Ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (0-35m)

Per quanto riguarda la suscettibilità alla liquefazione, in prima analisi si ritiene di poter escludere l'esplicitarsi del fenomeno sia in base alla categoria di sottosuolo B rilevata nella zona, sia in relazione alla stratigrafia desunta caratterizzata da depositi alluvionali prevalentemente fini al di sopra di depositi alluvionali grossolani addensati e comunque in assenza di terreni monogranulari saturi cui corrisponde molto probabilmente una curva granulometrica almeno in parte esterna ai limiti di cui al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC2008.

8 VALUTAZIONI IN MERITO ALLE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO DEGLI EFFETTI DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

Il lotto d'intervento ha una superficie complessiva pari a 10172,84 mq ed attualmente è suddiviso nelle seguenti tipologie di superfici scolanti:

STATO ATTUALE		
TIPOLOGIE DI SUPERFICI SCOLANTI		Mq
IMPERMEABILE	(asfalto, marciapiedi, pavimentazioni)	8669,79
PERMEABILE	(aree a verde)	1503,05

La acque drenate dall'area vengono raccolte mediante una rete di tubazioni delle acque bianche e convogliate nel canale tombato esistente a Sud del lotto.

Il progetto prevede una riorganizzazione della rete di drenaggio e delle aree impermeabili e permeabili che vengono così ridistribuite:

STATO MODIFICATO		
TIPOLOGIE DI SUPERFICI SCOLANTI		Mq
IMPERMEABILE	(asfalto, marciapiedi, pavimentazioni)	8354,21
PERMEABILE	(aree a verde)	1818,63

Le tabelle evidenziano che il progetto non comporterà la realizzazione di nuove superfici impermeabili o semipermeabili; ai sensi dell'art. 51 delle Norme tecniche di Attuazione del RU, non sarà quindi da prevedere la realizzazione delle opere per il contenimento degli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli.

Con la realizzazione delle opere di progetto, si otterrà un incremento delle superfici permeabili pari a 315,58 m²; questo porterà ad un miglioramento complessivo del drenaggio delle acque superficiali dell'area in quanto, l'aumento delle superfici permeabili, si tradurrà in una riduzione del volume delle acque superficiali scaricate nella rete di drenaggio rispetto allo stato attuale.

Per determinare la riduzione della portata delle acque meteoriche drenate dal lotto, sono stati utilizzati i coefficienti di deflusso ϕ indicati nelle Norme Tecniche di Attuazione art. 51:

- superfici impermeabili $\phi = 1$

- superfici permeabili $\phi = 0,2$

e un'altezza di pioggia oraria ventennale $h=59,12$ mm ricavata, come previsto dall'art. 51 del Regolamento Urbanistico, dalle "Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme", (dati disponibili online sul sito della Regione Toscana) riferita alla stazione pluviometrica di Lucca in quanto più vicina e rappresentativa dell'area in oggetto.

Dai calcoli è risultato quanto segue:

CONDIZIONE ANALIZZATA	VOLUME m^3	PORTATA l/sec
STATO ATTUALE	530,33	147,31
STATO MODIFICATO	515,40	143,17

Complessivamente si otterrà quindi una riduzione del volume delle acque scaricate nel reticolo di drenaggio pari a $14,93 m^3$.

9 RIORGANIZZAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Allo stato attuale, nel lotto d'intervento è presente una rete di drenaggio delle acque superficiali costituita da n. 5 tubazioni di diametro 600 mm che convogliano le acque in un unico pozzetto e da qui, mediante una tubazione di diametro 800 mm, vengono immesse in una tubazione di diametro 1000 mm e convogliate verso il ricettore finale rappresentato dal Rio del Frizzone (*Tavola 4 - Planimetria generale stato attuale* allegata alla presente relazione).

Il progetto, prevede la riorganizzazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, mediante la realizzazione di nuove tubazioni che serviranno ad intercettare le acque superficiali provenienti dai vari settori del lotto; si precisa che le nuove tubazioni faranno capo a quelle esistenti che verranno mantenute in essere e che il nuovo schema di drenaggio non andrà a modificare il recapito finale delle acque captate.

Per determinare il dimensionamento delle nuove tubazioni, in funzione della portata delle acque che dovranno smaltire, il lotto è stato suddiviso in aree (schematizzate nella *Tavola 6 – Schema di drenaggio delle acque meteoriche* allegata alla presente relazione) facenti capo ad ogni nuova tubazione.

Le acque provenienti dalla terrazza di accesso all'edificio, verranno convogliate, come anche attualmente, nelle aree a verde che intervallano le scale e la rampa di accesso al fabbricato. Come già specificato, per la realizzazione delle aiuole, il nuovo terreno di riempimento

verrà posto direttamente sul terreno naturale, per cui tali aree saranno a tutti gli effetti permeabili; in ogni caso, le aiuole saranno dotate di un sistema di drenaggio costituito da uno spessore di circa 30 cm di materiale drenante nel quale verrà alloggiata una tubazione fenestrata $\Phi=200$ mm il tutto ricoperto da tessuto non tessuto; questo sistema servirà per allontanare eventuali acque di ristagno che, a seguito di periodi particolarmente piovosi si infiltreranno più lentamente nel sottosuolo.

Per il calcolo della portata delle acque meteoriche drenate dalle aree impermeabili è stato utilizzato un coefficiente di deflusso $\varphi= 1$; inoltre per tenere conto delle eventuali acque in uscita dai sistemi di drenaggio delle aree a verde, è stato considerato un contributo di portata pari alle superfici che scaricano in tali aree moltiplicato per un coefficiente di deflusso $\varphi= 0,2$.

Nella tabella sottostante, viene indicata per ogni area considerata, la superficie, la portata delle acque meteoriche determinata e il diametro della tubazione prevista.

Nel conteggio complessivo delle acque meteoriche da smaltire, è stata esclusa la superficie occupata dalla pista ciclabile, in quanto verrà realizzata con materiale semipermeabile; le acque verranno quindi in parte assorbite e in parte defluiranno verso le aree a verde o, in prossimità degli attraversamenti carrabili, verranno intercettate dalle griglie esistenti che fanno capo alla tubazione 3.

AREA CONSIDERATA	SUPERFICIE	PORTATA PREVISTA AREA	DIAMETRO CONDOTTA DI PROGETTO
A	927	15,22 l/sec	200mm x 240 mm
B	1662	27,29 l/sec	$\Phi 400$ mm
C	403	6,62 l/sec	$\Phi 400$ mm
D	232	3,81 l/sec	200mm x 240 mm
E	195	3,20 l/sec	$\Phi 300$ mm
F	166	2,73 l/sec	$\Phi 300$ mm
G	958	15,73 l/sec	200mm x 240 mm
H	654	10,74 l/sec	200mm x 240 mm
I	1302	21,38 l/sec	$\Phi 400$ mm
L	249	4,09 l/sec	Direttamente nella tubazione esistente T5

Nella *Tavola 6 - Schema di drenaggio delle acque meteoriche* allegata alla presente relazione, sono indicate sia le tubazioni esistenti che verranno mantenute che le nuove tubazioni; per i dettagli si rimanda alla *Tavola 7 Planimetria generale – sistema di smaltimento delle acque meteoriche* allegata al progetto definitivo.

La porzione centrale della piazza sarà delimitata da 4 canali tipo “Pircher 200L” (denominati nella presente relazione Linea A, D, G ed H) sui quali verrà installata una griglia zincata a fessura da 18 mm tipo “Pircher”.

Per quanto concerne invece il drenaggio delle acque drenate dalla nuova viabilità, il progetto prevede la realizzazione di due zanelle al bordo della carreggiata intervallate da griglie

poste ad una distanza di circa 20 m che raccoglieranno le acque e le convoglieranno verso una tubazione $\Phi 400$ mm (denominata Linea B, C e I) ubicata nel centro della sede stradale.

La tubazione denominata Linea E raccoglierà tramite delle caditoie con griglie, oltre alle acque che insistono sulla superficie considerata, anche le acque che occasionalmente scaturiranno dal sistema di drenaggio delle aree a verde, mentre la tubazione F oltre alle acque provenienti dalla superficie considerata raccoglierà anche parte delle acque raccolte dalla Linea D.

Infine le acque provenienti dall'area denominata L, oltre a quelle che occasionalmente scaturiranno dal sistema di drenaggio delle aree a verde verranno convogliate direttamente nella tubazione esistente indicata come T5.

La portata delle tubazioni varia sia in relazione al diametro sia alla pendenza della tubazione stessa. Il dimensionamento delle tubazioni è stato eseguito, a favore di sicurezza, considerando diametri superiori rispetto a quelli strettamente necessari, questo sia per tenere conto delle pendenze che effettivamente verranno date alle tubazioni in fase di posa in opera, sia per creare una sorta di ritenzione temporanea delle acque nel caso in cui si verificano eventi meteorici eccezionali e particolarmente intensi.

Il sistema prevede di convogliare le acque drenate dalle nuove tubazioni nelle tubazioni di diametro 600 mm esistenti. Nella tabella sottostante si individua per ogni nuova tubazione denominata in relazione all'area drenata, la tubazione di recapito esistente indicata nella planimetria con le sigle T1-6.

NUOVA TUBAZIONE	RECAPITO TUBAZIONE E DIAMTERO
Linea A	T2 $\Phi 600$ mm
Linea B	T4 $\Phi 600$ mm
Linea C	T6 $\Phi 800$ mm
Linea D	T1 $\Phi 600$ mm e T2 $\Phi 600$ mm
Linea E	T1 $\Phi 600$ mm
Linea F	T2 $\Phi 600$ mm
Linea G	T1 $\Phi 600$ mm
Linea H	T5 $\Phi 600$ mm
Linea I	T6 $\Phi 800$ mm

Per verificare se le tubazioni esistenti sono in grado di ricevere le acque che ci verranno convogliate dalle nuove tubazioni, nella tabella sotto riportata viene indicata la portata complessiva in arrivo su ciascuna tubazione:

TUBAZIONE ESISTENTE	PORTATA COMPLESSIVA
T1 Φ 600 mm	20,84 l/sec
T2 Φ 600 mm	19,85 l/sec
T3 Φ 600 mm	---
T4 Φ 600 mm	27,29 l/sec
T5 Φ 600 mm	35,67 l/sec
T6 Φ 800 mm	110,82 l/sec

Da considerare che la tubazione 2 riceve anche le acque di scarico del troppo pieno della vasca.

Per quanto concerne la tubazione T3 non è stato eseguito il calcolo del volume in arrivo in quanto la tubazione stessa non riceve le acque provenienti dall'area di intervento se non quelle intercettate dalle griglie e provenienti da piccoli tratti della pista ciclabile; di questa tubazione non è stato stimato carico idraulico che attualmente supporta.

In base alle portate complessive stimate, si ritiene che le tubazioni esistenti siano in grado di smaltire le portate in arrivo dalle tubazioni di progetto, questo anche in considerazione del fatto che tali tubazioni, già allo stato attuale ricevono e smaltiscono le acque di tutta l'area.

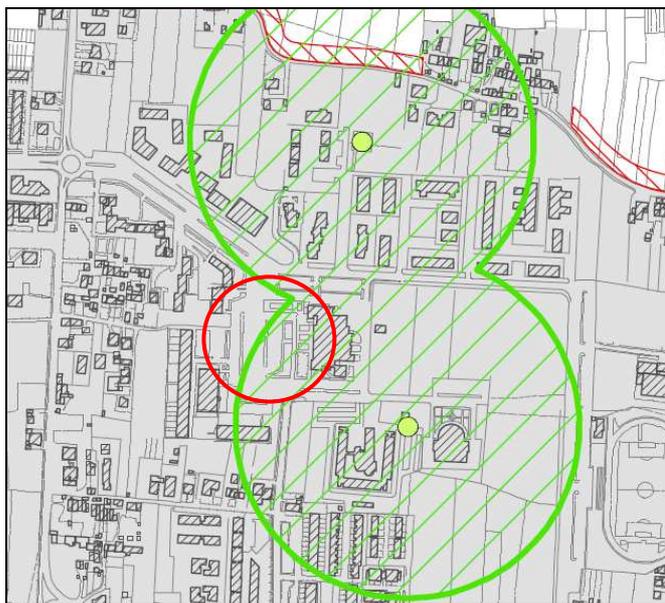
Rispetto allo stato attuale quindi, non solo si avrà una diminuzione complessiva delle acque provenienti dall'area dovuta alla riduzione delle superfici impermeabili, ma la nuova rete di drenaggio prevista svolgerà in parte una sorta di stoccaggio temporaneo delle acque in modo da riversarle nel ricettore finale in ritardo rispetto al picco di pioggia.

10 VINCOLI

Come evidenziato nello stralcio della Carta dei Vincoli Tecnici allegata al Quadro Conoscitivo del Regolamento Urbanistico, l'area di intervento ricade parzialmente nel perimetro della zona di rispetto di un pozzo ad uso idropotabile.

“La zona di rispetto è una porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata”.

Carta dei Vincoli Tecnici



-  fasce di rispetto infrastrutturale all'esterno dei centri abitati (art.26 Regolamento di Attuazione del Codice della strada)
-  centro abitato (individuato ai sensi del codice della strada)
-  pozzi
-  zona di rispetto D.Lgs. 152/06 art 94 comma 1

In tali aree sono previste le limitazioni e prescrizioni indicate nel D.Lgs. 152/06 art. 9 comma 1; ai sensi art. 9 nella zona di zona di rispetto, è vietata la “*dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade*”.

Il progetto come già specificato, prevede una riorganizzazione del sistema di drenaggio dell'intera area di progetto; le acque provenienti dal lotto verranno intercettate mediante un sistema di griglie e convogliate verso il reticolo di drenaggio esistente. Il tutto avverrà senza modificare il recapito finale delle acque che sarà il medesimo dello stato attuale.

Si precisa che a seguito della realizzazione del progetto, all'interno del lotto di intervento, verranno eliminate le aree adibite a parcheggio e sostituite in parte dalla piazza ad uso prevalentemente pedonale e in parte dalle aree a verde e verrà ridotta la larghezza della viabilità esistente; tutto questo porterà ad un miglioramento complessivo della qualità delle acque meteoriche drenate dalle nuove superfici rispetto allo stato attuale.

11 VALUTAZIONI IN MERITO ALLA TUTELA DELLE ACQUE DALL'INQUINAMENTO

Ai sensi della L.R. n. 20 del 31/05/2006 “Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento”, le acque provenienti dall'intero perimetro d'intervento, possono essere classificate come acque meteoriche dilavanti non contaminate (AMDNC) ai sensi dell'art. 2 lett. f) sono “AMDNC le acque meteoriche dilavanti derivanti da superfici impermeabili non adibite allo svolgimento di attività produttive, ossia: le strade pubbliche o private, i piazzali di sosta e di movimentazione automezzi, parcheggi e similari, anche di aree industriali, dove non vengono svolte attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinarsi di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali”.

Ai sensi dell'art. 8 comma 8 della L.R. n. 20 del 31/05/2006 “le AMPP (acque meteoriche di prima pioggia) sono assimilate alle AMDNC (acque meteoriche dilavanti non contaminate) quando non siano entrate in contatto con altre acque e derivino:

a) esclusivamente da tetti o tettoie di edifici, di altre strutture permanenti o temporanee, di insediamenti o stabilimenti che non svolgano le attività individuate dal regolamento di cui all'art. 13 ai sensi dell'art. 2 comma 1 lett e)

b) da altre superfici impermeabili diverse da quelle di cui alla lettera a) di stabilimenti che non svolgano le attività individuate dal regolamento di cui all'art. 13 ai sensi dell'art. 2 comma 1 lett. e).”

Nel caso in oggetto, le AMPP derivanti dall'area nello stato definitivo dei luoghi non ricadono nelle casistiche descritte dall'articolo sopra riportato per cui possono essere assimilate alle AMDNC.

Alle acque assimilate alle AMDNC si applicano le disposizioni dell'art. 9 della L.R. n. 20 del 31/05/2006: “Lo scarico delle AMDNC in pubblica fognatura mista e nella condotta bianca delle fognature separate è ammesso e non necessita di autorizzazione nel rispetto delle seguenti condizioni:

a) compatibilità della rete fognaria dal punto di vista idraulico con la portata immessa nella medesima;

b) caratteristiche tali da non compromettere l'efficienza depurativa dell'impianto di depurazione a servizio della fognatura ricevente

c) comunicazione preventiva al gestore da effettuarsi solo per i nuovi stabilimenti.”

Data la situazione in esame le AMPP e le AMDNC provenienti dal lotto a progetto ultimato, potranno essere convogliate nel sistema di drenaggio delle acque bianche esistente nell'area, che risulta compatibile a ricevere tali acque dato che, anche allo stato attuale le riceve e che le portate immesse saranno inferiori rispetto allo stato attuale.

Per quanto concerne invece la fase di cantiere, particolari accorgimenti dovranno essere adottati allo scopo di tutelare sia il corpo ricettore superficiale che la falda acquifera.

Nel caso in cui le fasi di organizzazione del cantiere (così come descritto all'allegato 5 tabella 6 del D.P.G.R. 46/R e con le esclusioni di cui all'art. 40 ter del medesimo regolamento) prevedano superfici superiori a 5000 m² allora dovrà essere presentato da parte della ditta incaricata dei lavori un piano di gestione delle acque meteoriche ai sensi dell'art. 40 ter del D.P.G.R. 46/R e succ. mod.

Considerando che l'area di intervento si trova all'interno della fascia di rispetto di un pozzo, in ogni caso durante le fasi di cantiere dovranno essere adottati sistemi in grado di raccogliere e separare le AMPP dalle AMD provenienti dalle aree individuate a possibile rischio di trascinarsi di sostanze in grado di determinare pregiudizi ambientali. Le AMPP, stimate ai sensi della L.R. n.20/2006 in 5 mm di pioggia uniformemente distribuita sulla superficie scolante considerata, dovranno essere inviate ad un idoneo sistema di trattamento prima di essere scaricate nella rete di drenaggio esistente. Il sistema di trattamento potrebbe in prima analisi essere costituito da una vasca di sedimentazione e da un disoleatore idoneamente dimensionati e preferibilmente posti in superficie onde evitare la formazione di vie preferenziali per l'infiltrazione delle acque.

Inoltre, durante le lavorazioni dovrà essere organizzato il cantiere e dovranno essere adottati accorgimenti, in modo da evitare un possibile trascinarsi di sostanze inquinanti nella falda.

Le lavorazioni che prevedono l'utilizzo di acqua dovranno adottare sistemi di ricircolo in modo da riutilizzare le acque e limitare quanto più possibile lo scarico delle stesse.

Nell'organizzazione del cantiere dovrà essere prevista un'area adibita alla sosta dei macchinari avendo cura di non lasciarli su superfici permeabili né durante eventi meteorici né durante i periodi di sospensione delle lavorazioni.

I materiali derivati dalle demolizioni e dagli sbancamenti dovranno essere allontanati immediatamente dall'area di cantiere o quanto prima possibile; nel caso di stoccaggi temporanei, dovranno essere individuate aree idonee dotate di un sistema di raccolta delle AMPP da inviare ai sistemi di trattamento; il medesimo accorgimento vale anche per le operazioni di lavaggio e pulizia delle attrezzature di cantiere.

Durante le fasi di scavo dovrà essere predisposto un sistema di lavaggio degli pneumatici dei camion in uscita dal cantiere al fine di evitare di trasportare materiale terroso all'esterno del cantiere stesso.

Quelli sopra descritti sono accorgimenti individuati in prima analisi e a mero titolo esemplificativo, valutazioni più approfondite ed idonei accorgimenti dovranno essere messi in atto dalla ditta esecutrice delle lavorazioni.

12 VALUTAZIONI IN MERITO ALLE MODALITA' DI SCAVO E DI RIPORTO

Il progetto oltre alla demolizione delle opere di accesso all'edificio, prevede la scarifica dell'area di intervento; si tratta in linea generale dell'asportazione di uno spessore medio di circa 30 cm; in relazione a quanto emerso dalle indagini si presume che il materiale di scavo sarà prevalentemente quello appartenente all'orizzonte 1 – Terreno di riporto e rimaneggiato, asfalto e massiciata stradale. Solo in corrispondenza delle aiuole il terreno di scavo sarà costituito da suolo vegetale e da terreno rimaneggiato.

Per quanto concerne il riporto dovrà essere prevista la posa di stabilizzato di buona qualità da posizionare, se necessario, al di sotto delle opere di progetto, inoltre sarà necessario il terreno per le aiuole e per riempire gli scavi ottenuti a seguito dell'asportazione delle alberature esistenti.

Per la gestione delle terre e rocce da scavo generate nel corso delle lavorazioni per la riqualificazione dell'area, si dovrà fare riferimento alla seguente normativa:

- D. lgs 152/06 Parte Quarta, Titolo V, All. 5 Tab. 1
- Legge n. 98 del 09/08/2013 – Conversione con modificazioni del decreto legge n. 69 del 21/06/2013– Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia

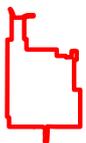
I materiali che non verranno riutilizzati nell'area dovranno essere conferiti allo smaltimento in discarica come rifiuto.

Lucca, 05 Luglio 2017

Geol. Cristina Mariotti Bianchi



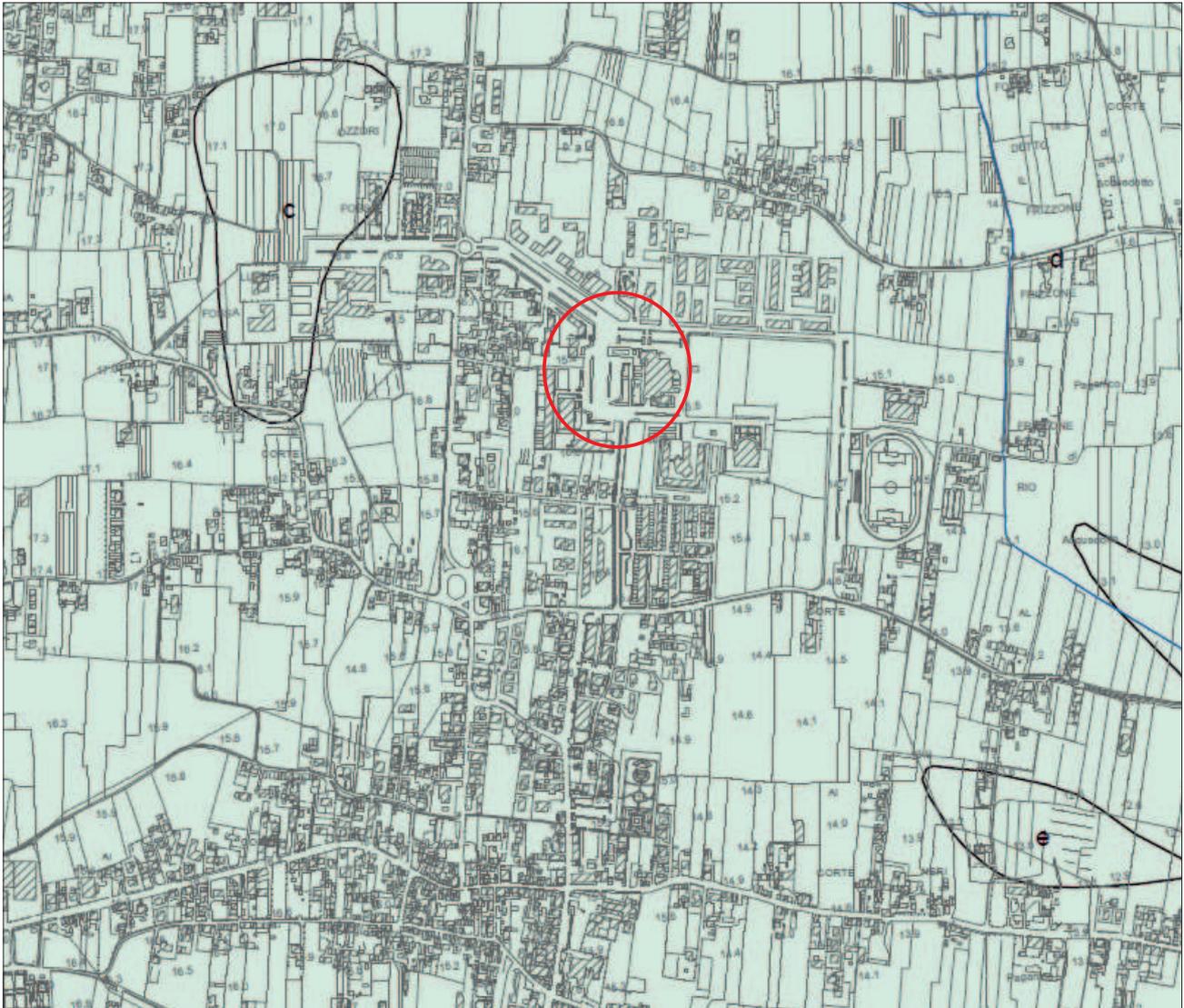

Tavola 1 - Corografia scala 1:10.000



Area di intervento



Tavola 2 - Carta geologica scala 1:10.000



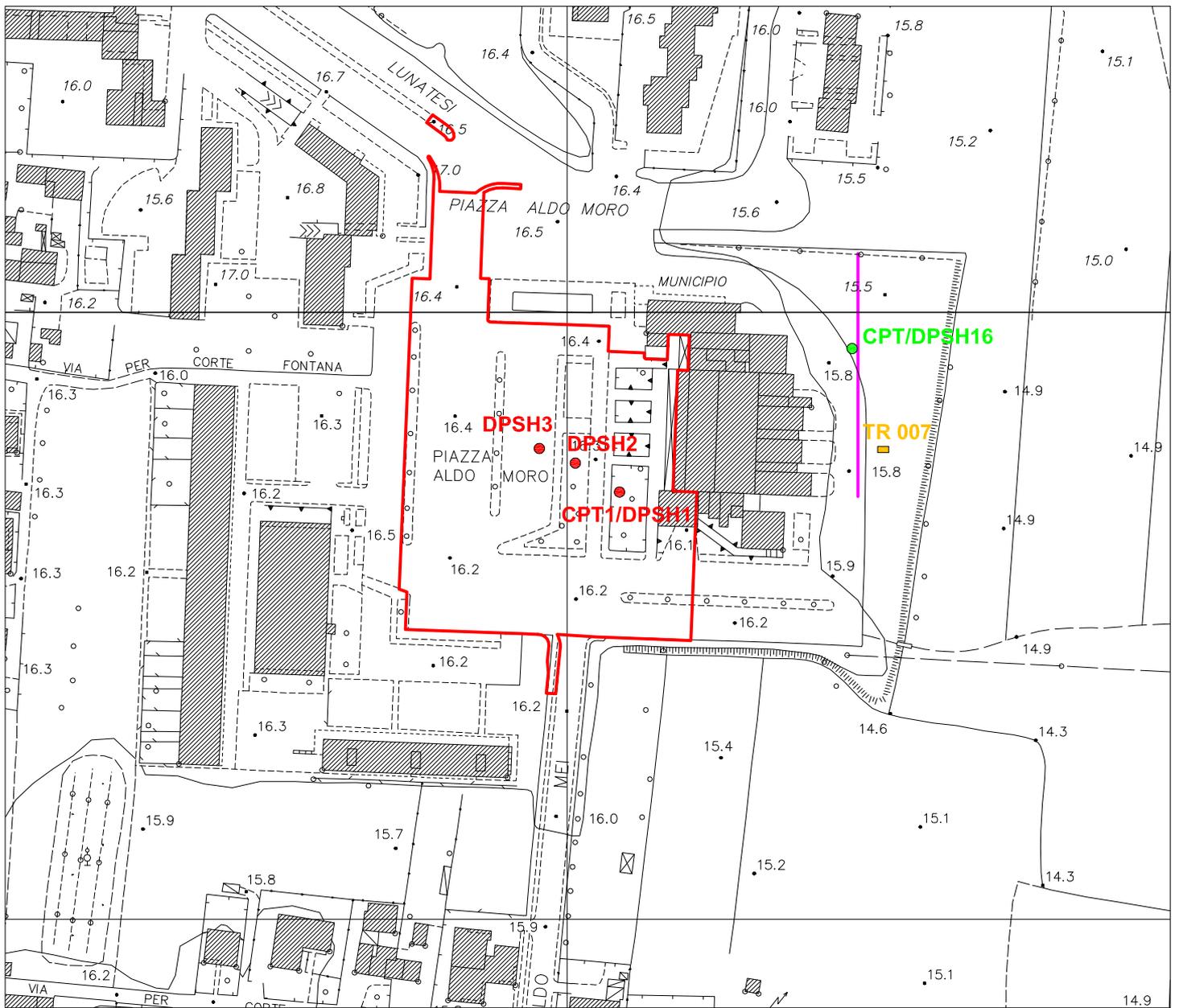
LEGENDA

- b** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Apparati di conoide alluvionale. Ghiaie prevalenti (b).
- c** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Ghiaie e sabbie prevalenti (c).
- d** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie prevalenti (d).
- e** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie e limi prevalenti (e).



Area in esame

Tavola 3 - Stralcio CTR con ubicazione indagini geognostiche scala 1:2.000



LEGENDA

Campagna geognostica Giugno 2017

CPT/DPSH
 Ubicazione prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (DPSH)

Dati di base quadro conoscitivo

 Misura di microtremore di riferimento (TR n. 007)

DPSH16
 Ubicazione prova penetrometrica statica/dinamica di riferimento (n. 16)

 Tomografia sismica a rifrazione mediante onde SH di riferimento (n. 33)

 Lotto di intervento



Tavola 4
Planimetria generale stato attuale
scala 1:500

CPT1/DPSH1 Ubicazione prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (DPSH)

 Lotto di intervento superficie complessiva mq 10172,84

 Aree a verde esistente - superficie permeabile mq 1503,05

 Traccia della sezione geologica

LEGENDA SOTTOSERVIZI
 Fognatura bianca

 Fognatura nera

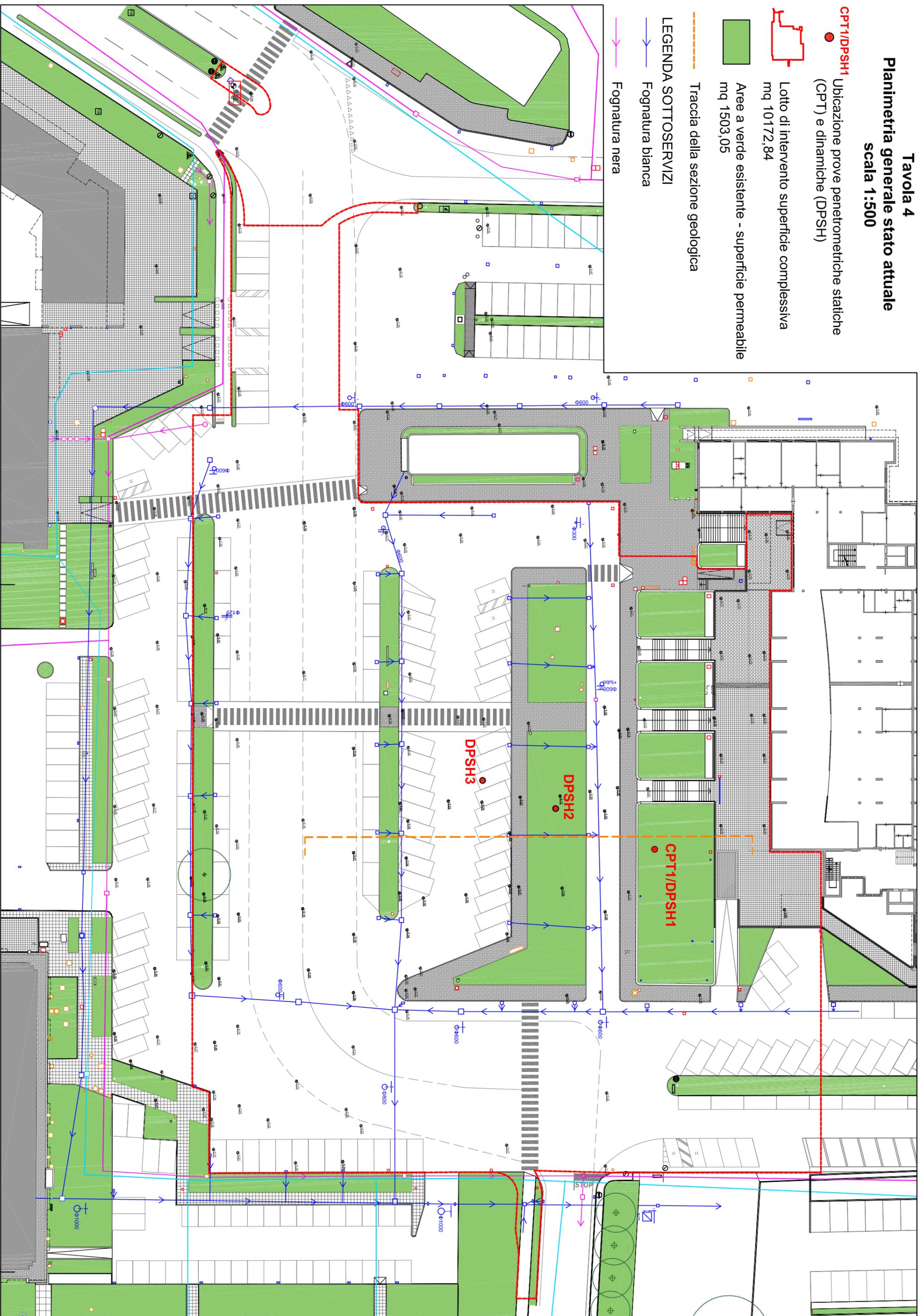


Tavola 5
Planimetria generale stato di progetto
scala 1:500

 Lotto di intervento superficie complessiva
mq 10172,84

 Aree a verde di progetto
superficie permeabile mq 18118,63

 Traccia della sezione geologica

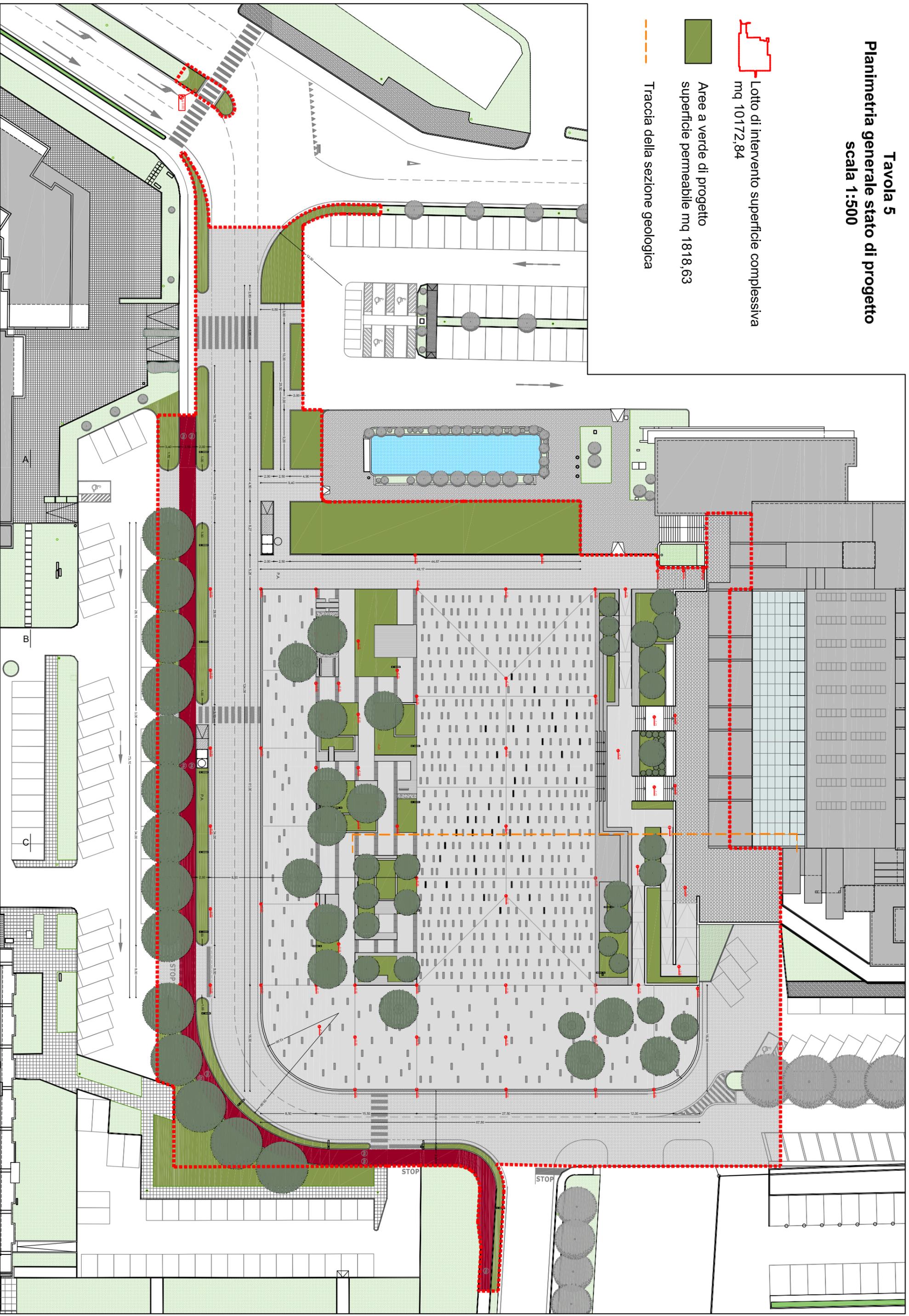


Tavola 6

Schema di drenaggio delle acque meteoriche

scala 1:500



Lotto di intervento



Superfici scolanti. Ogni area, distinta in planimetria con differenti colori e lettere (A-L), fa capo ad una nuova tubazione denominata Linea A-L



Superfici che scaricano le acque meteoriche direttamente nelle aree a verde



Tubazioni esistenti



Tubazioni di progetto (Linea A-I)

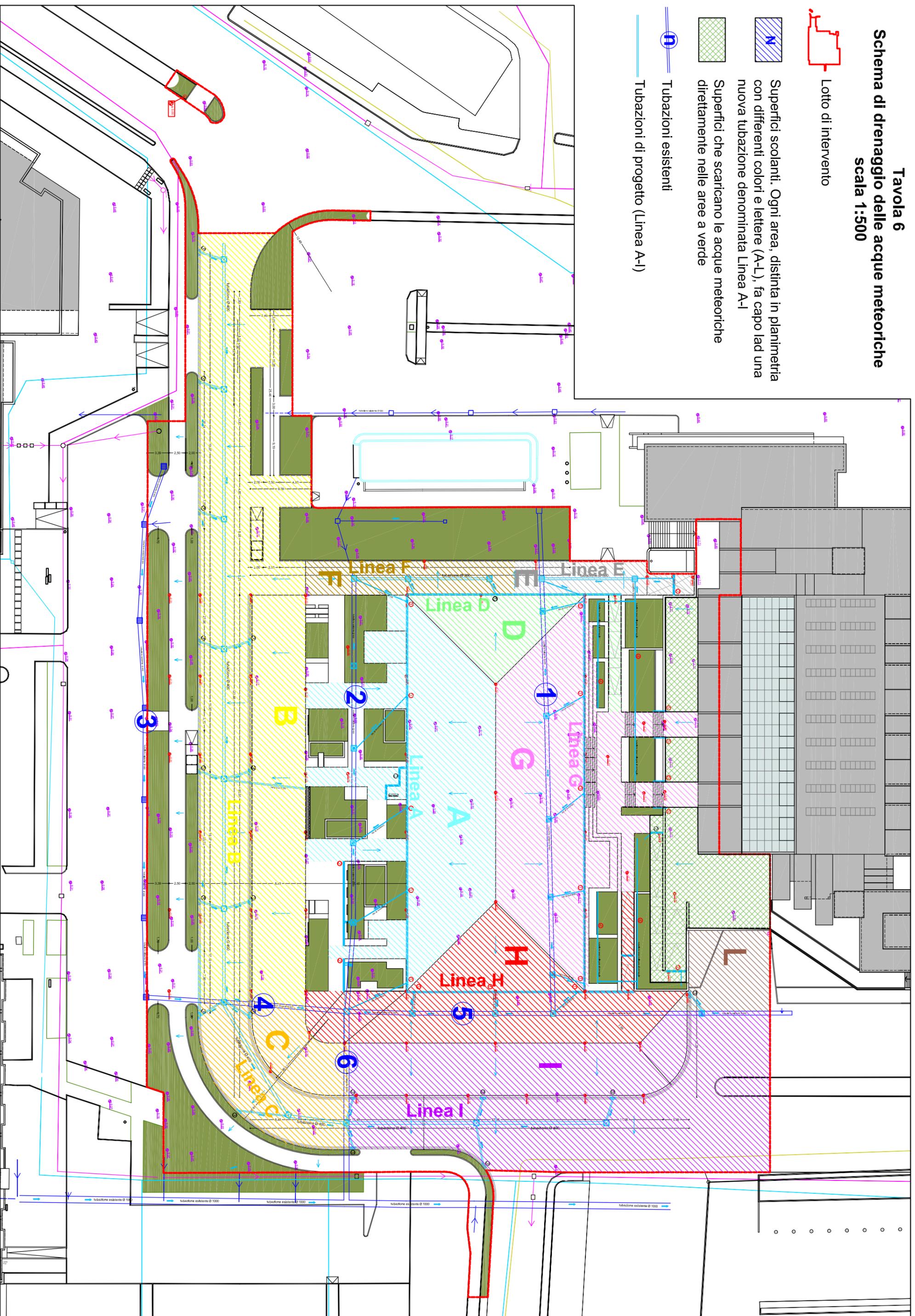
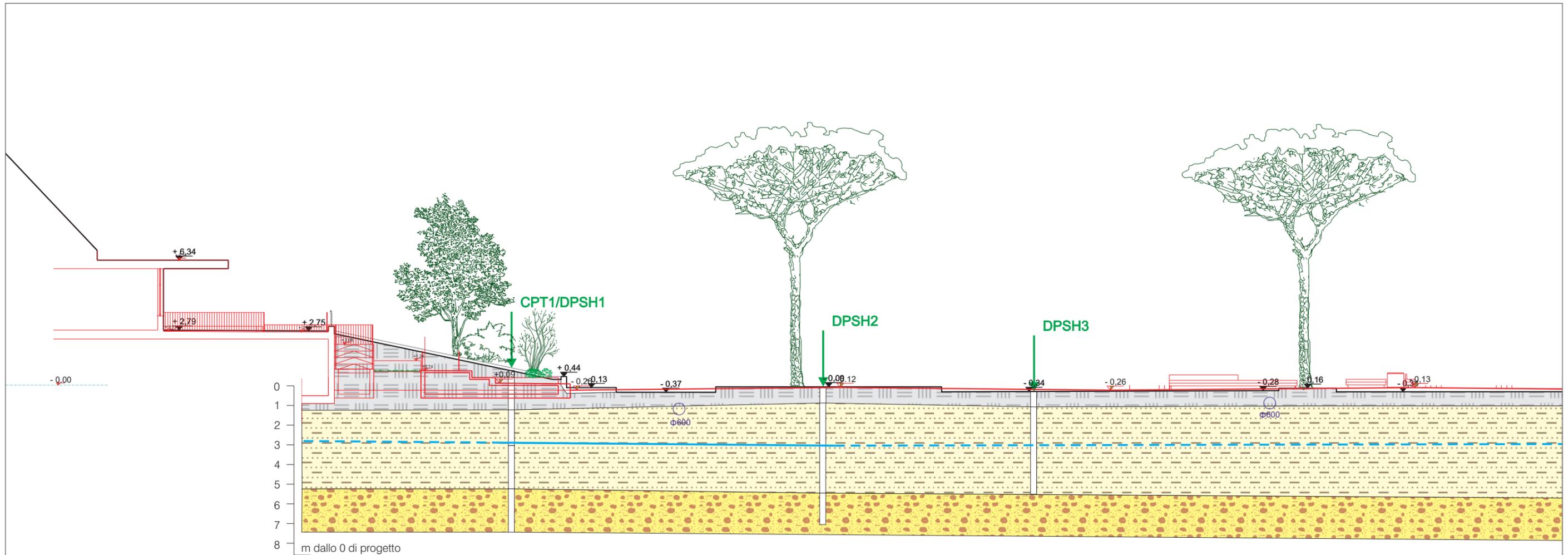


Tavola 7 - Sezione geologica stato sovrapposto
scala 1:200

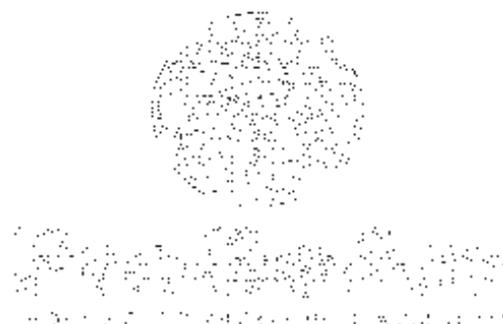


LEGENDA

	Massicciata stradale, terreno di riporto e terreno rimaneggiato		Livello di falda (misura del 12/06/2017)
	Limi sabbiosi		Ubicazione prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (DPSH)
	Sabbie e ghiaie		

Allegato 1

Dati di base (Quadro conoscitivo Variante generale al Regolamento Urbanistico)



CPT

PROVE PENETROMETRICHE STAZIONE

Committente : Amm. Com. di Capannori
Cantiera:
Località: Capannori - LU
Data: 11/07/2006
N° di prove: 1

Caratteristiche Strumentali

Ditta produttrice:	PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT
Modello:	TG63-100
Spinta:	100 KN
Punta:	meccanica tipo Begemann
Cella di carico di sommità:	Hottinger - Classe: 0,2
Centralina di rilevamento dati	elettronica
Diametro punta conica meccanica (mm):	35,7
Angolo di apertura punta (°):	60
Area punta (cmq):	10
Superficie manicotto (cmq): 150	150
Passo letture (cm):	20
Costante di trasformazione Ct:	10



CIBGE

TERRENI INCOERENTI

Angolo di Attrito

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementata e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Densità relativa (%)

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1973) $E_y(25)$ - $E_y(50)$ - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % dal valore di rottura - prima fase delle curva carico-deformazione

Modulo Edometrico

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Peso di Volume Gamma

Peso di Volume Gamma (Meyerhof) -

Peso di Volume Gamma saturo (Meyerhof) -

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tanouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardner (1975) $M_c(E_{ed})$ (kg/cmq) per limi e argille.

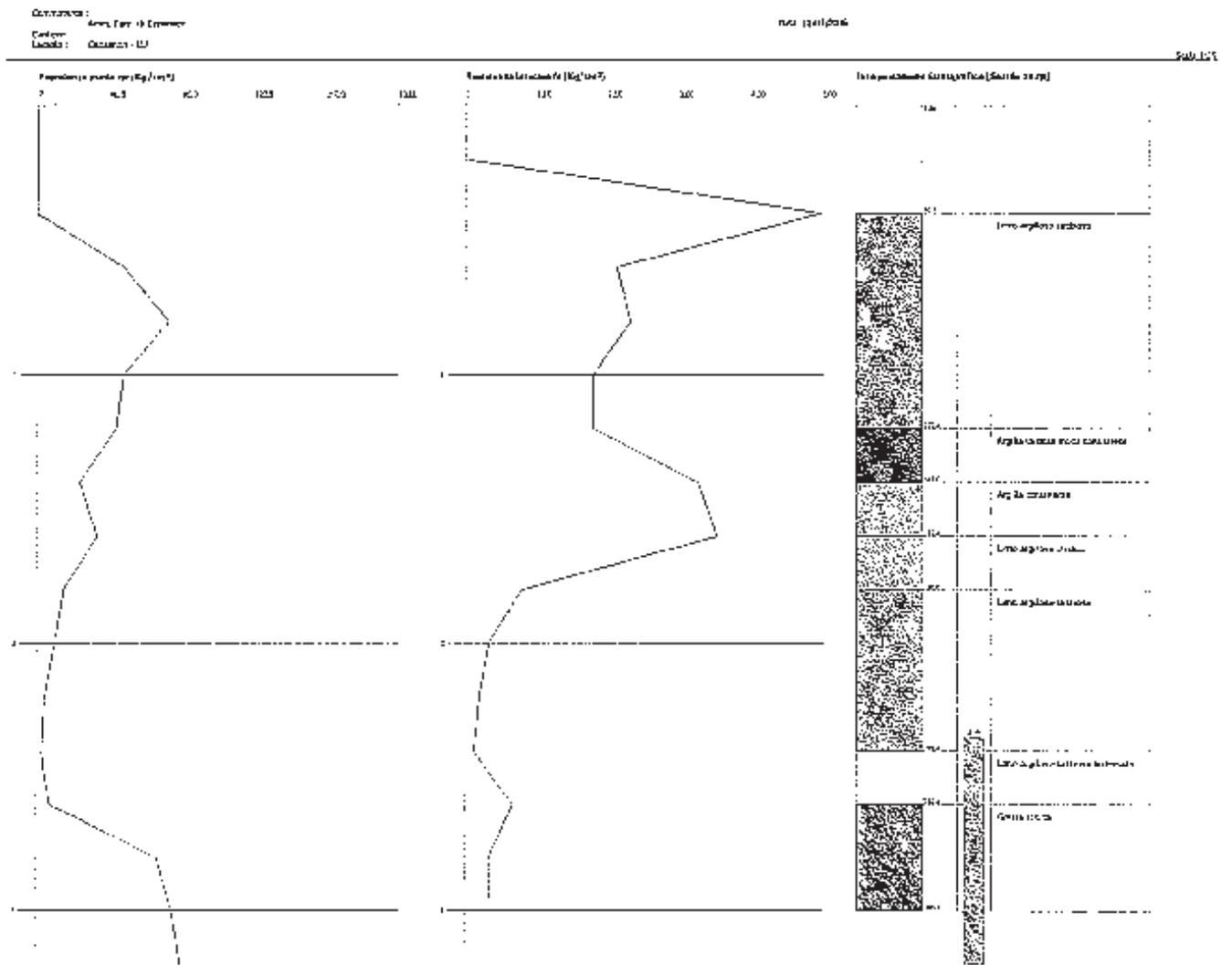
Peso di Volume Gamma

Peso di Volume terreni coesivi (γ_{mq}) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (γ_{mq}^s) (Meyerhof)

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Prova CPT - Cone Penetration Test
 Strumento utilizzato: TAGANI 800 KN
 Programma Scalabanco s.p.a

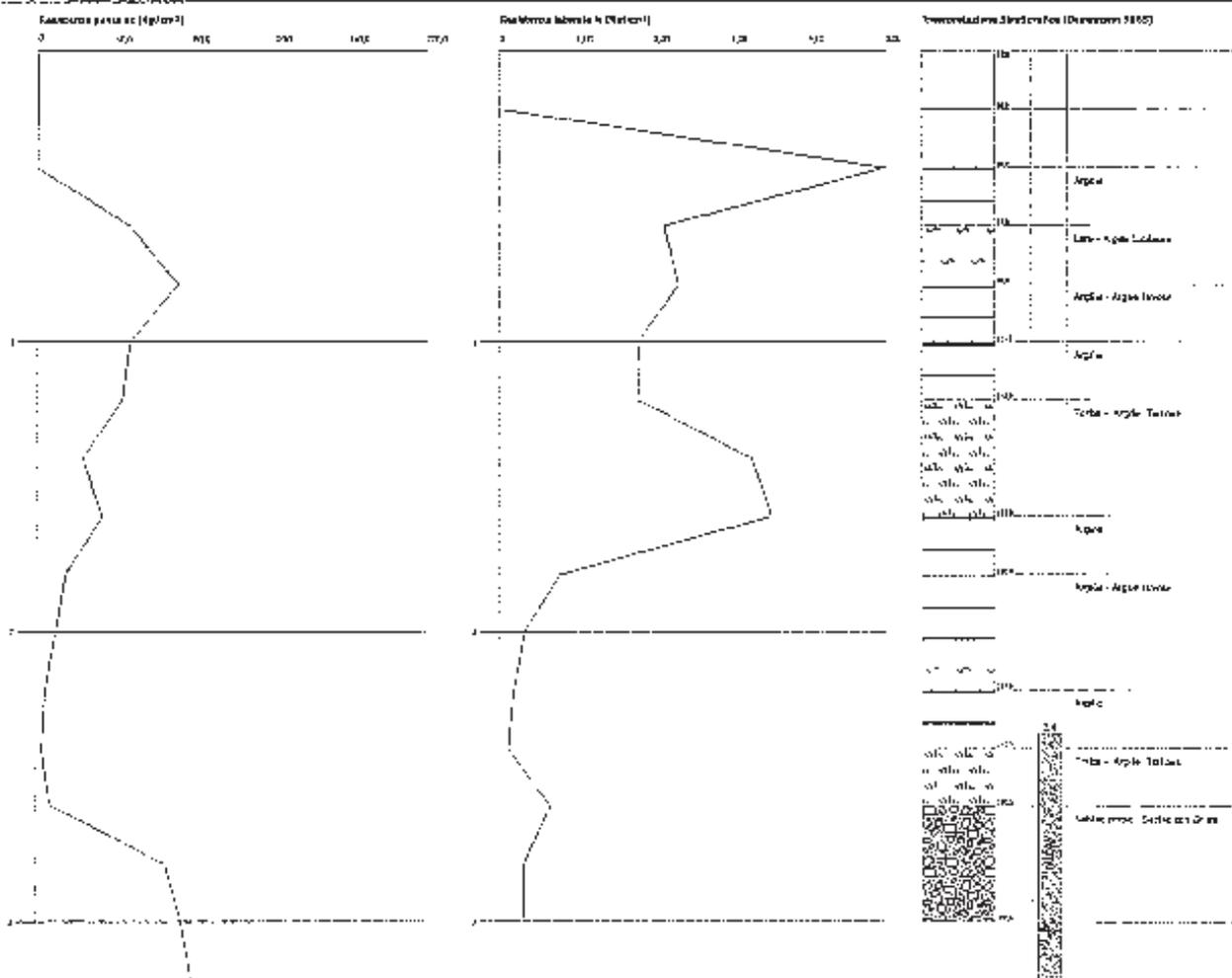


Probe CPT - Cone Penetration Test
 Strumento utilizzato: PAGAHI 100 MH
 Diagramma Resistenza q_c fs

Coordinate: Area, Cava di Capanni
 Gruppo: Cava
 Livello: (Cava) - L11

Data: 11/07/2011

Page: 1/2





PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT
Via S. Maria Maddalena, 12 - 00144 Roma (RM) - Italia
Tel. +39 06 4780411 - Fax +39 06 4780412 - E-mail: info@pagani-geotech.it

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Committente : Amm. Com. di Capannori
Cantiere:
Località: Capannori - L.U.
Data: 11/07/2006
N° di prove: 1

Caratteristiche Strumentali

Ditta produttrice:	PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT
Modello:	TG63-100
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,7 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area d. base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,8 m
Avanzamento punta	0,2 m
Coeff. Correlazione	1,523
Angolo di apertura punta	60°

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 1
Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Anini. Com. di Capannori
 Cantiere :
 Località : Capannori - LD

Data : 15/07/2006

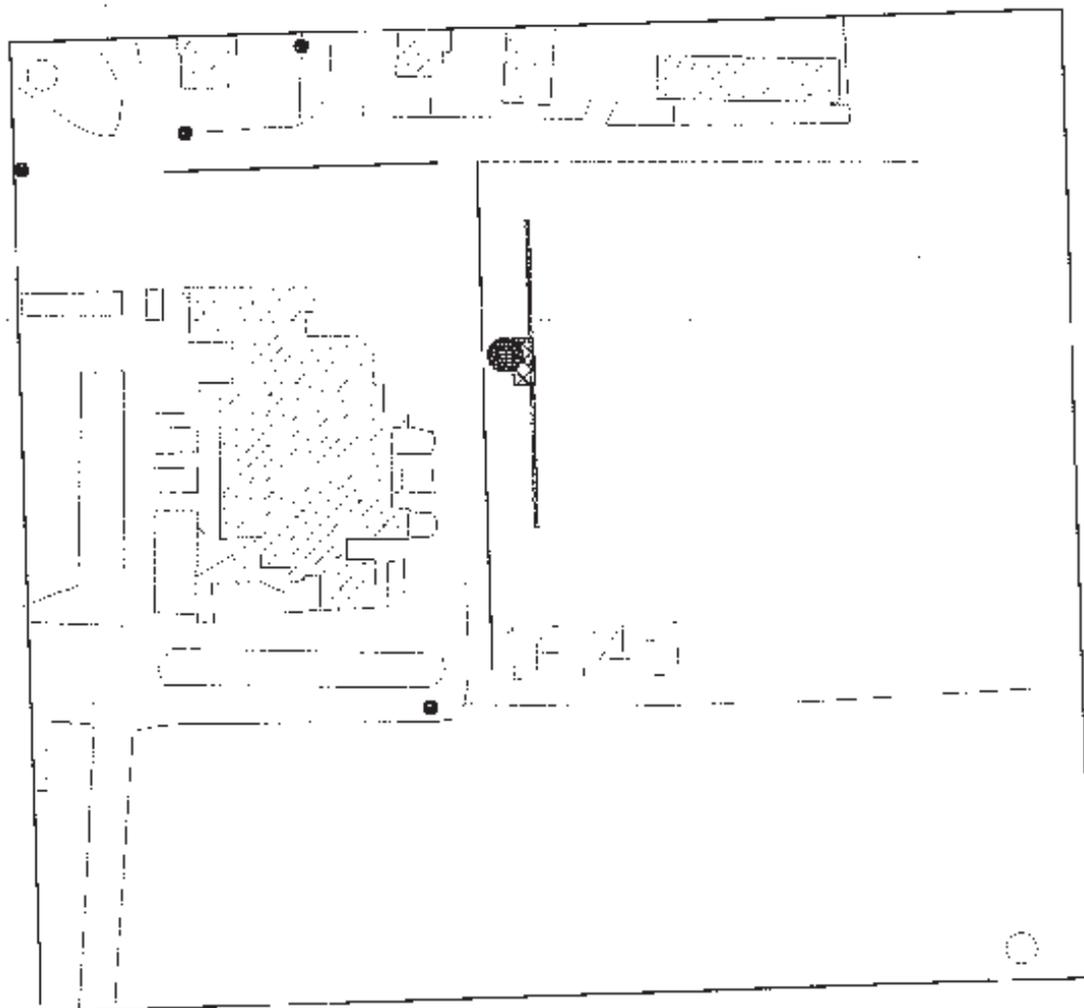




COMUNE DI CAPANNORI
Servizio Lavori Pubblici

TAV. 3

Ubicazione Indagini Geognostiche
(Scala 1:2.000)



LEGENDA

-  Base sismica
-  Prova penetrometrica
-  Fabbricato in progetto

**Indagini di Tomografia Sismica a Rifrazione mediante onde SH, finalizzate
alla caratterizzazione sismo-litologica dei terreni di competenza in
conformità a quanto indicato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni**

REDATTA IL: 21 - Luglio-2006

DAL: dott.Andrea Ghilardi (PE.GA. s.a.s.)

SU INCARICO DI: Comune di Capannori

LOCALITA': Capannori (LU)



INDICE

1 - PREMESSA.....	1
2 - PRINCIPI DI SISMOLOGIA.....	2
2.1 - Le Prospezioni Sismiche.....	2
2.2 - Le variabili in gioco.....	2
2.3 - Modelli.....	3
2.4 - Rilevatori del moto del suolo.....	4
3 - STRUMENTAZIONE E TECNICA UTILIZZATI.....	5
4 - CONCLUSIONI.....	5

ALLEGATI:PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO :

- o Profilo velocità Onde Sh:

1 - PREMESSA

Su incarico del Comune di Capannori in prossimità della sede dell'Amministrazione Comunale, in data 10-07-2006 è stata eseguita una Prospezione Sismica a Rifrazione con tecnica Tomografica, di supporto allo studio geologico e geotecnico per la realizzazione di un manufatto da adibire a centrale termica. Tali indagini sono state finalizzate alla ricostruzione della distribuzione e andamento delle velocità delle onde SH nel sottosuolo secondo quanto indicato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Nelle pagine seguenti viene brevemente descritta la metodologia utilizzata e le conclusioni raggiunte.

2 - PRINCIPI DI SISMOLOGIA

2.1 - Le Prospezioni Sismiche

La Prospezione Sismica si occupa dell'esplorazione del sottosuolo attraverso lo studio della propagazione di onde elastiche generate in superficie. Le onde elastiche vengono generate o mediante esplosioni controllate o mediante vibrazioni impresse al terreno con intensità e frequenze note, oppure utilizzando masse batenti più o meno semplici; l'impiego dell'una o dell'altra fonte di energizzazione dipende essenzialmente dalla profondità di indagine richiesta e dallo scopo del lavoro.

I principi fondamentali della prospezione sismica sono gli stessi che regolano lo studio dei terremoti e della loro propagazione all'interno della Terra; la differenza tra Sismologia e Prospezione Sismica risiede nei diversi obiettivi e nelle differenti modalità di indagine, sia per quanto riguarda l'origine della perturbazione elastica (superficiale in Prospezione Sismica, profonda in Sismologia) sia per quanto riguarda la durata e la frequenza delle vibrazioni, sia per quanto riguarda l'energia in gioco e l'ampiezza delle sollecitazioni che ne derivano.

2.2 - Le variabili in gioco

Gli obiettivi principali della prospezione sismica applicata nell'ambito ingegneristico-ambientale è quello di determinare i parametri elastici e lo spessore dei vari litotipi basandosi sulle variazioni della velocità di propagazione delle perturbazioni prodotte artificialmente.

Queste perturbazioni si trasmettono nel terreno sottoforma di onde elastiche le cui caratteristiche sono dovute essenzialmente al modo con cui le varie particelle del terreno trasmettono l'energia ricevuta, esse possono essere suddivise principalmente in quattro tipi:

Onde P: dette anche onde longitudinali o di compressione e si propagano nella stessa direzione del piano di vibrazione, sono le prime a manifestarsi sul sismogramma;

Onde S: dette anche onde trasversali o di taglio si propagano in direzione perpendicolare al piano di vibrazione e si manifestano per seconde sul sismogramma; possono essere polarizzate in un piano verticale (onde di tipo SV) o in un piano orizzontale (onde di tipo SH);

Onde L: dette onde di Love, vibrano orizzontalmente alla superficie del terreno perpendicolarmente alla direzione di propagazione, sono onde derivanti da riflessioni multiple tra gli strati e si presentano come terzi arrivi sul sismogramma;

Onde R : o di Rayleigh, le quali hanno un moto derivante dalla risultante di due movimenti, uno verticale ed uno orizzontale nella direzione dell'onda, in modo da descrivere un'ellisse "retrograda" rispetto al verso di propagazione della perturbazione e si presentano come ultime sul sismogramma.

Nell'ambito delle prospezioni sismiche superficiali (cioè qualche centinaio di metri), i tipi di onde principalmente indagate sono le **P**, e le **S**, in quanto le altre sono difficilmente registrabili sui sismogrammi in quanto hanno tempi di comparsa abbastanza brevi. Le onde **L**, possono tuttavia essere utilizzate nella sismica a riflessione in quanto derivanti da riflessioni multiple all'interno degli strati.

Le caratteristiche delle onde quindi sono legate anche alla velocità di propagazione e quindi al modulo elastico del litotipo che viene interessato dalla perturbazione, per cui poter stabilire con esattezza la velocità impiegata dalla perturbazione dal punto in cui è stata generata al punto in cui è stata rilevata, consente attraverso relazioni matematiche di stimare sia le caratteristiche elastiche dei terreni attraversati nonché le profondità dei medesimi.

Per fare ciò si utilizza uno strumento chiamato "Sismografo" che consente di registrare l'intero evento. L'inizio della registrazione ha luogo nel momento in cui viene energizzato il terreno o per mezzo di una massa battente oppure per mezzo di un esploditore. L'istante di inizio della registrazione avviene per mezzo di un dispositivo chiamato "Trigger" che fa partire un cronografo interno al sismografo mentre la registrazione si interrompe alla fine del tempo che l'operatore ha in precedenza impostato.

2.3 - Modelli

Per calcolare sia i moduli elastici sia gli spessori dei vari litotipi, ci si deve affidare alle leggi dell'ottica geometrica in particolare al Principio di Huygens, alla legge Snell, nonché al Principio di Fermat, il quale stabilisce che il raggio, (in questo caso sismico), tra tutti i possibili percorsi che separano la sorgente energizzante dal rilevatore del moto del suolo percorre quello per cui impiega il tempo minimo.

Su quest'ultimo principio si basa la Sismica a Rifrazione, cioè se consideriamo uno strato piano e di spessore h costante, a velocità V_1 , sovrapposto ad uno strato di spessore infinito caratterizzato da una velocità di propagazione $V_2 > V_1$ avviene che per un certo angolo limite il raggio sismico che viaggiava alla velocità V_1 rifrangendosi viaggerà all'interfaccia tra lo strato superficiale e quello sottostante ma alla velocità V_2 .

Quest'ultimo aspetto in riferimento a quella che possiamo definire "Sismica Classica" è sia il pregio che il limite della Sismica a Rifrazione; infatti se da un lato è relativamente semplice determinare la profondità e la velocità di un ipotetico "bedrock" posto al di sotto di una coltre di terreni più o meno coerenti è anche vero che questo metodo non consente di rilevare **inversioni di velocità verticali**

dei vari rifrattori, e quindi rifrattori intermedi a velocità più basse di quelli sovrastanti non vengono letti, quello che in letteratura viene comunemente chiamata "**Blind Zone**".

Infatti nella Sismica a Rifrazione classica si considera come modello teorico che le velocità dei litotipi aumenti sia con la profondità che con l'età geologica e questo ovviamente non è sempre vero.

In contrapposizione nella Tomografia Sismica a Rifrazione in generale ed in particolare nel caso specifico in questione, alcuni limiti ed impossibilità di indagine vengono a cadere. Infatti con nuove tecniche sia di acquisizione che di inversione dati come il Delta-t-v-method ma soprattutto con l'applicazione dell'algoritmo WET (Wavepath Eikonal Travelttime tomography processing) è possibile sia indagare fenomeni come gradienti verticali di velocità all'interno degli strati (e quindi valutare inversioni di velocità), sia incrementi lineari della velocità con la profondità, sia pinchouts, outcrops, faglie, sia forti variazioni locali di velocità che consentono di avere informazioni più precise sull'andamento delle velocità sismiche nel sottosuolo e di conseguenza sulla distribuzione degli orizzonti sismici che vengono delineati.

2.4 - Rilevatori del moto del suolo

Come in precedenza accennato, il movimento del suolo provocato dalla sorgente energizzante viene rilevato da una serie di sensori (in genere in quantità maggiore di 12) chiamati "**Geofoni**" che sono dei velocimetri, trasformano cioè lo spostamento (o oscillazione) del suolo in segnali elettrici proporzionali alla velocità di oscillazione, cioè alla derivata prima dello spostamento rispetto al tempo, $[V = dS / dT]$.

A seconda delle componenti del moto da rilevare si distinguono geofoni Verticali e Orizzontali. Un altro aspetto molto importante dei geofoni, che ne condiziona l'uso, è la frequenza propria di oscillazione cioè i limiti di frequenza entro i quali i geofoni devono dare una risposta costante per una riproduzione fedele del segnale stesso; in altre parole i geofoni devono amplificare allo stesso modo tutte le frequenze di interesse contenute nel segnale e quindi si devono adoperare tipi differenti di geofoni a seconda del tipo di rilievo da effettuare.

3 - STRUMENTI E TECNICA UTILIZZATI

In relazione al tipo di obiettivo finalizzato nella presente indagine, cioè ricostruzione di dettaglio dell'andamento della distribuzione delle velocità delle Onde SH nel terreno in funzione delle caratteristiche elastiche e litostratigrafiche, è stato eseguito n°1 profilo Sismo_Tomografico di 80.5 m.l. con una interdistanza fra i geofoni di 3.5 m.

Le principali caratteristiche della strumentazione e dei mezzi utilizzati può essere così riassunta:

- **Sismografo:** P.A.S.I. modello 16SG24 a 24 bit di risoluzione max.
- **Geofoni:** n°24 Orizzontali a 4.5 Hz della Oyo (Geospace);
- **Sorgente energizzante:** mazza (Hammer) di 9.5 Kg
- **Numero scoppi eseguiti per base sismica:** 13 per ognuna;
- **Tipo di energizzazione:** piastra in acciaio idoneo alla generazione delle onde SH
- **Tipo di linea:** continua ad offset variabile

Le linee sismiche eseguite secondo una geometria prestabilita sono di tipo continuo con offset variabile, cioè vengono eseguiti gli scoppi a distanze diverse con il profilo che rimane prefissato.

I dati così acquisiti sono stati elaborati per mezzo di un Software dedicato il Rayfract (TM) della INTELLIGENT RESOURCES INC. (Vancouver Canada) attraverso l'applicazione degli algoritmi Delta-tv-method e del WET (Wavepath Eikonal Travellime Tomography) con l'utilizzo, per la parte del plotting, del Software Surfer versione 8.0

Il modello Sismo-Tomografico finale viene ottenuto applicando l'algoritmo del Kriging al grid costruito per mezzo del WET.

4 - CONCLUSIONI

Il profilo di seguito analizzato è presentato come allegato fuori testo.

È doveroso sottolineare che non esiste una correlazione diretta tra "velocità sismica" e "tipo litologico" ma solo di tipo statistico, infatti ciò che è possibile ottenere attraverso una prospezione sismica a rifrazione sono le variazioni di velocità dei materiali che hanno diverso valore di "Impedenza acustica" o "Rigidità sismica" cioè il prodotto della densità del mezzo per la sua velocità e che consentono all'energia elastica di rifrangersi criticamente. Solo attraverso una corretta e puntuale taratura su sondaggi meccanici a recupero è possibile definire, una stratigrafia litologica dei terreni indagati.

È dunque evidente che tipi litologici diversi ma con la stessa "Rigidità sismica" avranno lo stesso valore di velocità sismica; tuttavia questo non è un limite importante in quanto nel contesto di queste indagini, non è importante definire il tipo litologico ma bensì la distribuzione e l'andamento delle densità e delle caratteristiche elastiche dei terreni attraversati.

Analisi del Profilo Sismo - Tomografico

Sulla base delle finalità della presente indagine, si può dire che il profilo Sismo-Tomografico si presenta con velocità distribuite in maniera uniforme e senza gradienti di velocità. Le isotache risultano leggermente più ravvicinate nei primi 8-9 metri di spessore mentre più in profondità la loro distribuzione è più rarefatta a testimonianza di un aumento della densità e compattazione dei materiali ma senza variazione di tipo litologico.

Il raffittimento delle isotache soprattutto nei primi 3-4 metri di profondità indica il passaggio tra la copertura limo argillosa e le ghiaie sottostanti. Tale passaggio è confermato anche da una prova penetrometrica CPT proseguita come SPT centrata sulla progressiva dei 40 metri.

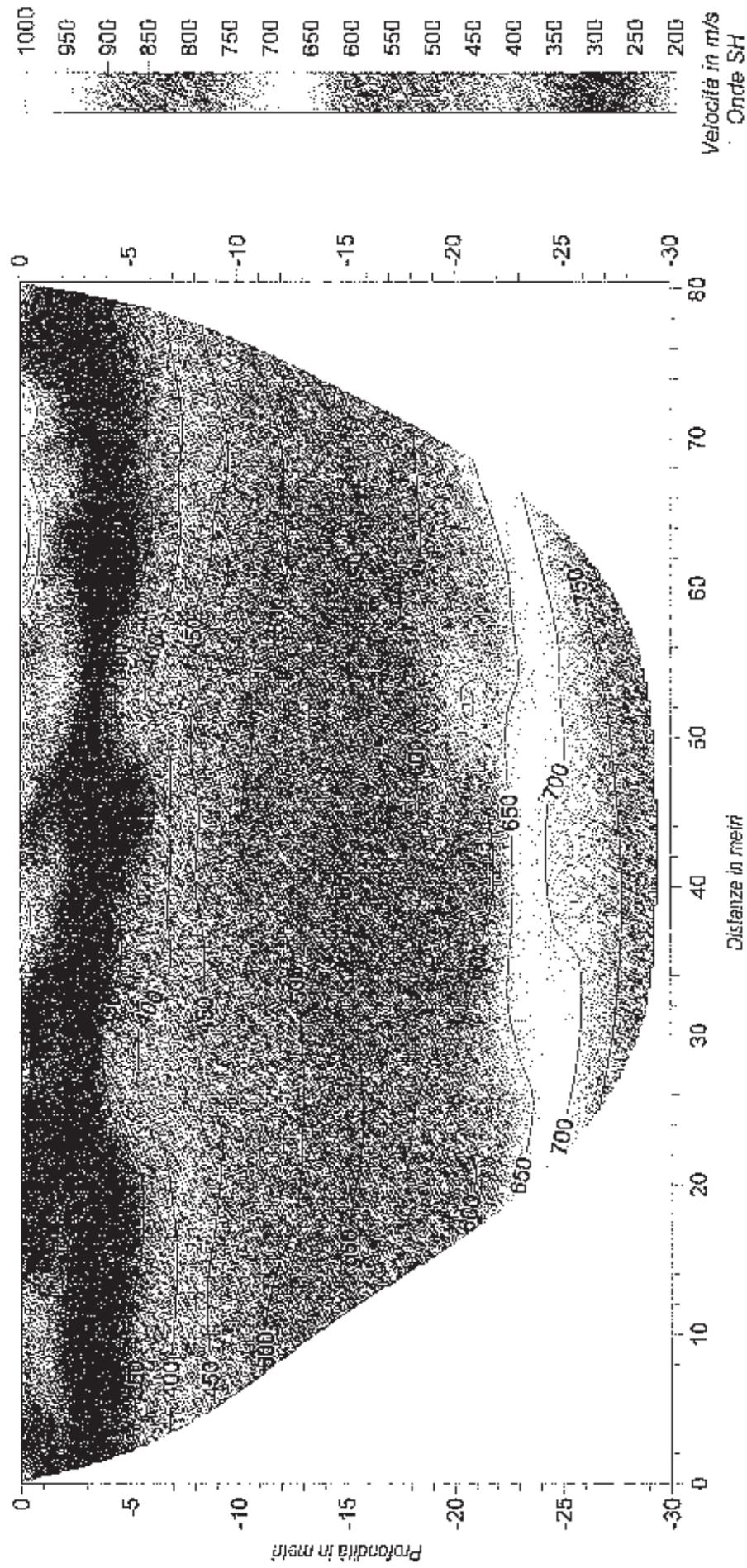
In conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni, sempre all'altezza della progressiva dei 40 metri è stata calcolata la velocità media dei primi trenta metri di terreno utilizzando la relazione $V_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$ dalla quale risulta un valore di 551 m/s.

Lucca li, 21-07-2006

dott. Andrea Ghilardi
 PE.GA. s.a.s.
 Amministratore
 Dott.
 Andrea
 Ghilardi



PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO Onde SH

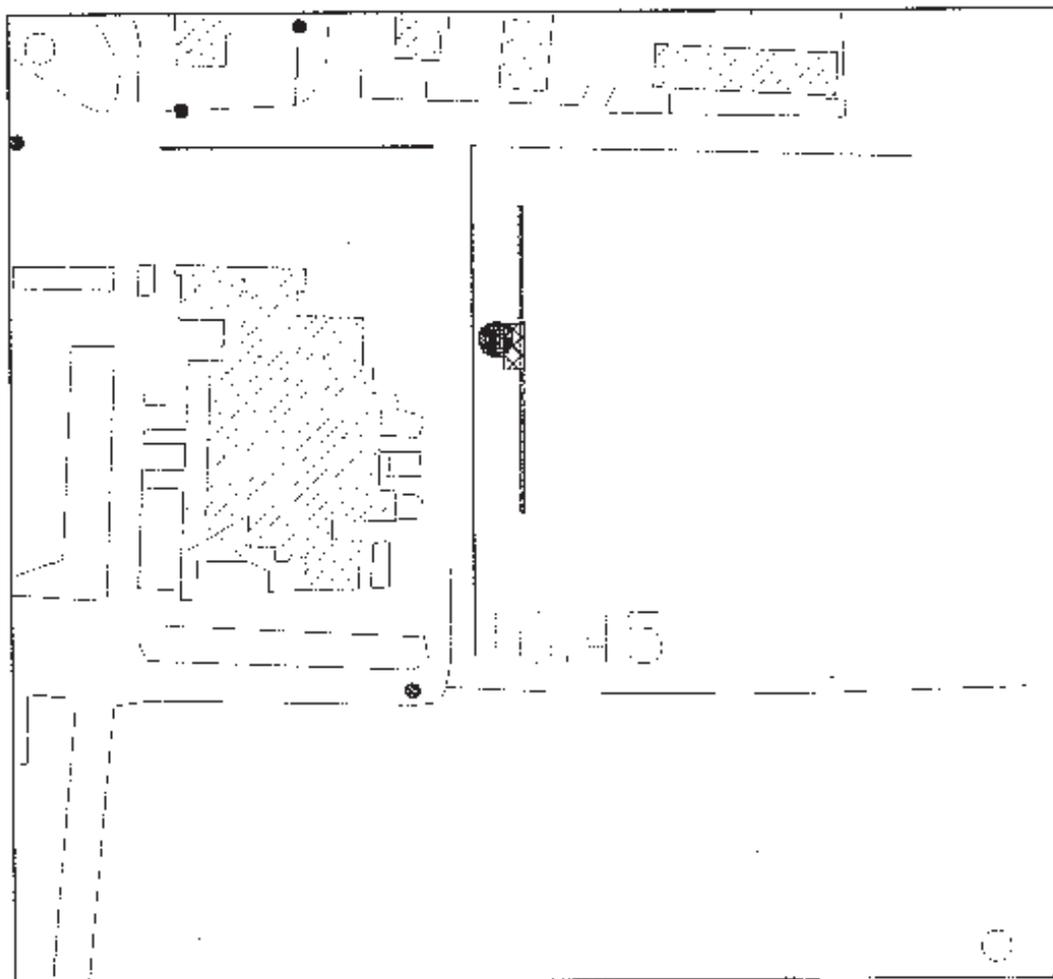




COMUNE DI CAPANNORI
Servizio Lavori Pubblici

TAV. 3

Ubicazione Indagini Geognostiche
(Scala 1:2.000)



LEGENDA



Base sismica



Prova penetrometrica



Fabbricato in progetto

CAPANNORI, MUNICIPIO

Coordinate (WGS84): N 43.84918°; E 010.57601°

TR007

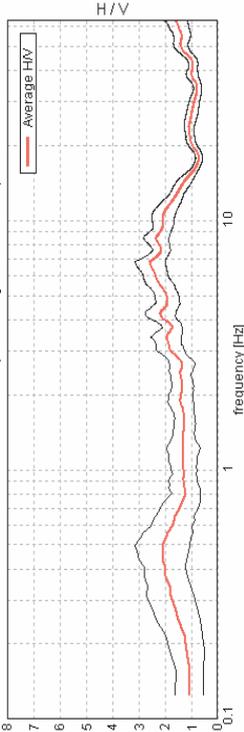
Strumento: TRZ-0101/01-10
 Inizio registrazione: 21/01/13 13:53:05
 Fine registrazione: 21/01/13 14:33:06

Durata registrazione: 0h40'00".
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestra: 20 s
 Tipo di liscio: Triangular window
 Liscio: 5% (*) e 10% (**)
 Analizzato 76% tracciato (selezione manuale)
 Condizioni meteo: parzialmente nuvoloso, calma di vento
 Tipo di superficie: terreno naturale
 Disturbi: diversi transienti ed alcuni artefatti di piccola ampiezza

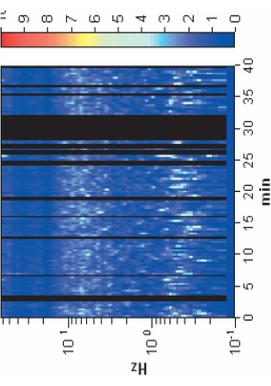


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE ()**

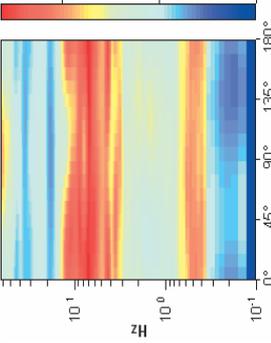
Max. HV/V at 6.84 ± 0.28 Hz. (ln the range 0.0 - 20.0 Hz).



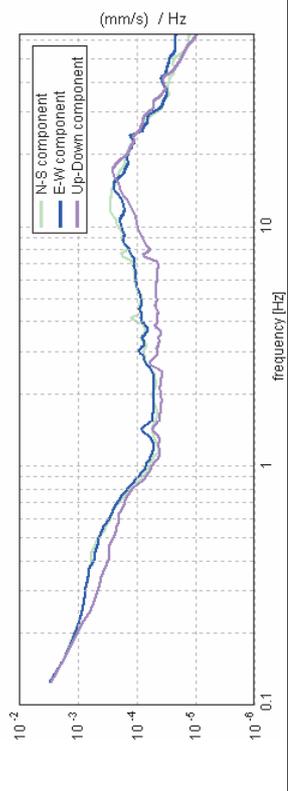
SERIE TEMPORALE HV/V



DIREZIONALITA' HV



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) (1)

Picco HV/V a 6.84 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva HV affidabile
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	6.84 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	12455.6 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 330	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HV chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste f' in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f') < A_0/2$	14.313 Hz	OK
Esiste f'' in $[f_0, 4f_0]$ $A_{HV}(f'') < A_0/2$	2.57 > 2	OK
$f_{\text{fissco}}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02053 < 0.05$	OK
$\sigma_A < \epsilon(f_0)$	0.14048 < 0.34219	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2833 < 1.58	OK

lunghezza della finestra
 numero di finestre usate nell'analisi
 numero di cicli significativi
 frequenza attuale
 frequenza del picco HV
 deviazione standard della frequenza del picco HV
 valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_1 < \epsilon(f_0)$
 ampiezza della curva HV alla frequenza f_0
 ampiezza della curva HV alla frequenza f
 frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{HV}(f') < A_0/2$
 frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{HV}(f'') < A_0/2$
 deviazione standard di $A_{HV}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{HV}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
 deviazione standard della funzione $\log A_{HV}(f)$
 valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log A_{HV}}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV (2) (3)

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30%; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.
 Eccezioni: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

Tipo 1: HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

Tipo 2: HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

NOTE

Possibilità di risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di 0.45Hz

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12
 (2) - Albarello D., Cast C., Eulini V. et al. (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 515-538.
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

Allegato 2

Campagna geognostica 2017 - Prove Penetrometriche statiche e
dinamiche



Azienda Certificata
ISO 9001:2008 N. 70Q16704
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e
geofisiche, ambientali, idrometriche"



RELAZIONE TECNICA

Committente: Amm.ne
Comunale di Capannori
Località: Capannori (LU)
Data Indagine: 01/06/2017
Codice lavoro: 170601a

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Dott. Jacopo Martini

GAIA Servizi S.n.c.

Via Lenin, 132/Q

56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel/Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

P.IVA: 01667250508

Data elaborazione: 06/06/2017

GAIA Servizi S.n.c.
di Massimiliano Vannozzi & C.
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1: Prova penetrometrica CPT/DIN 1



Figura 2: Prova penetrometrica DIN 2



Figura 3: Prova penetrometrica DIN 3

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200 - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = qc / fs$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di qc e di $FR = (fs / qc) \% :$**

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

1

riferimento **170601a**

certificato n° 292/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

Cantiere: **170601a**

Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: -3,57 m da p.c.

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0,20	0,0	0		0,00	0,00										
0,40	61,0	90		61,00	1,93	32	3,2								
0,60	94,0	107		94,00	0,87	108	0,9								
0,80	43,0	68		43,00	1,67	26	3,9								
1,00	38,0	57		38,00	1,27	30	3,3								
1,20	23,0	43		23,00	1,33	17	5,8								
1,40	54,0	83		54,00	1,93	28	3,6								
1,60	85,0	95		85,00	0,67	127	0,8								
1,80	126,0	165		126,00	2,60	48	2,1								
2,00	191,0	217		191,00	1,73	110	0,9								
2,20	56,0	96		56,00	2,67	21	4,8								
2,40	15,0	31		15,00	1,07	14	7,1								
2,60	12,0	26		12,00	0,93	13	7,8								
2,80	11,0	17		11,00	0,40	28	3,6								
3,00	13,0	20		13,00	0,47	28	3,6								
3,20	11,0	22		11,00	0,73	15	6,6								
3,40	9,0	18		9,00	0,60	15	6,7								
3,60	9,0	15		9,00	0,40	23	4,4								
3,80	14,0	23		14,00	0,60	23	4,3								
4,00	29,0	38		29,00	0,60	48	2,1								
4,20	25,0	44		25,00	1,27	20	5,1								
4,40	21,0	37		21,00	1,07	20	5,1								
4,60	16,0	25		16,00	0,60	27	3,8								
4,80	77,0	90		77,00	0,87	89	1,1								
5,00	13,0	39		13,00	1,73	8	13,3								
5,20	99,0	119		99,00	1,33	74	1,3								
5,40	44,0	56		44,00	0,80	55	1,8								
5,60	28,0	41		28,00	0,87	32	3,1								
5,80	20,0	49		20,00	1,93	10	9,7								
6,00	17,0	32		17,00	1,00	17	5,9								
6,20	37,0	45		37,00	0,53	70	1,4								
6,40	47,0	82		47,00	2,33	20	5,0								
6,60	46,0	53		46,00	0,47	98	1,0								
6,80	80,0	120		80,00	2,67	30	3,3								
7,00	500,0	550		500,00	3,33	150	0,7								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta

fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT

1

riferimento

170601a

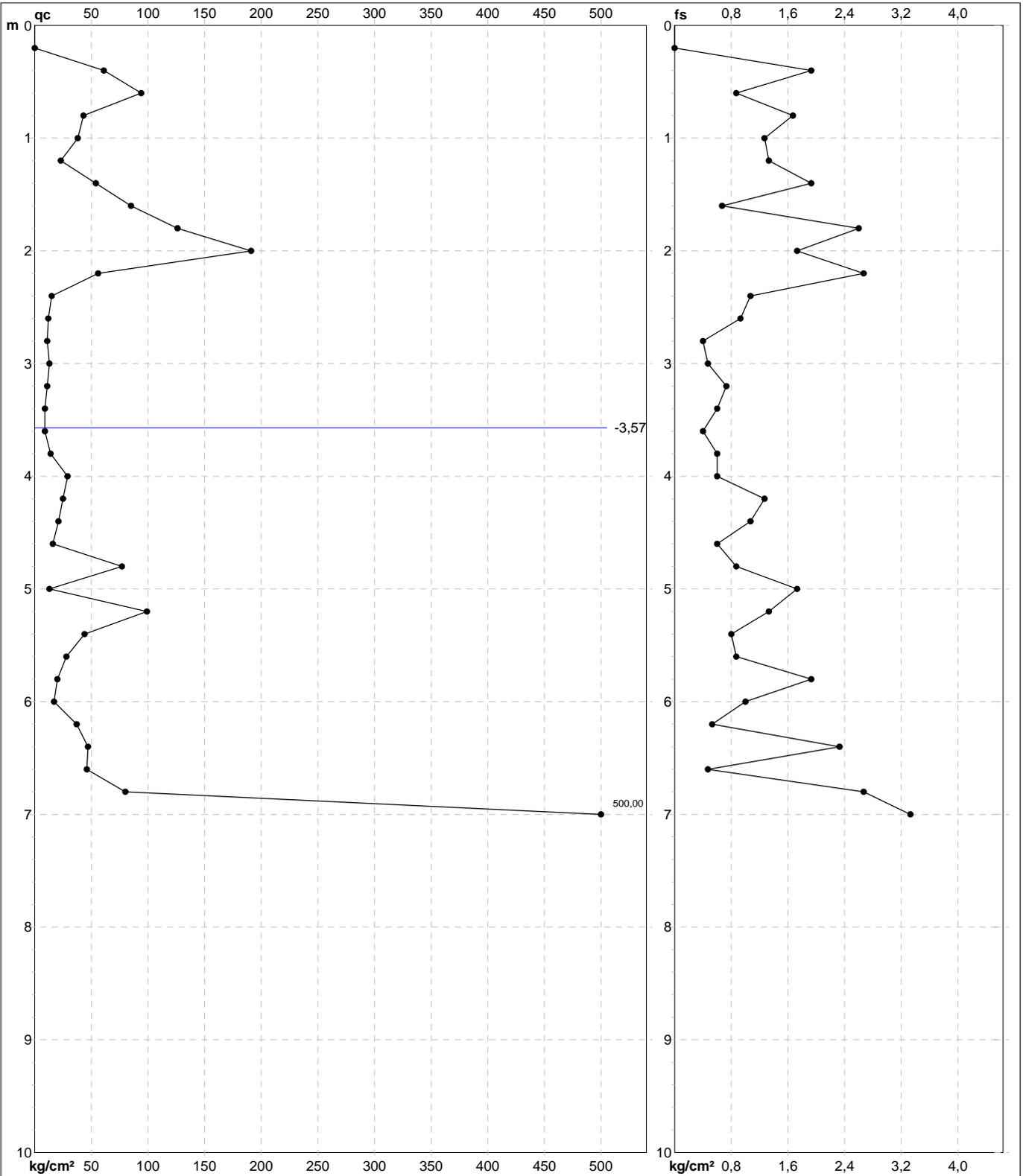
certificato n°

292/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: **1:50**
 Pagina: **1**
 Elaborato:

Data eseg.: **01/06/2017**
 Data certificato: **06/06/2017**
 Quota inizio:
 Falda: **-3,57 m** da p.c.



Penetrometro: TG63-200
 Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi
 Assistente:

Preforo: m
 Corr.astine: kg/ml
 Cod. punta:

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT

1

riferimento

170601a

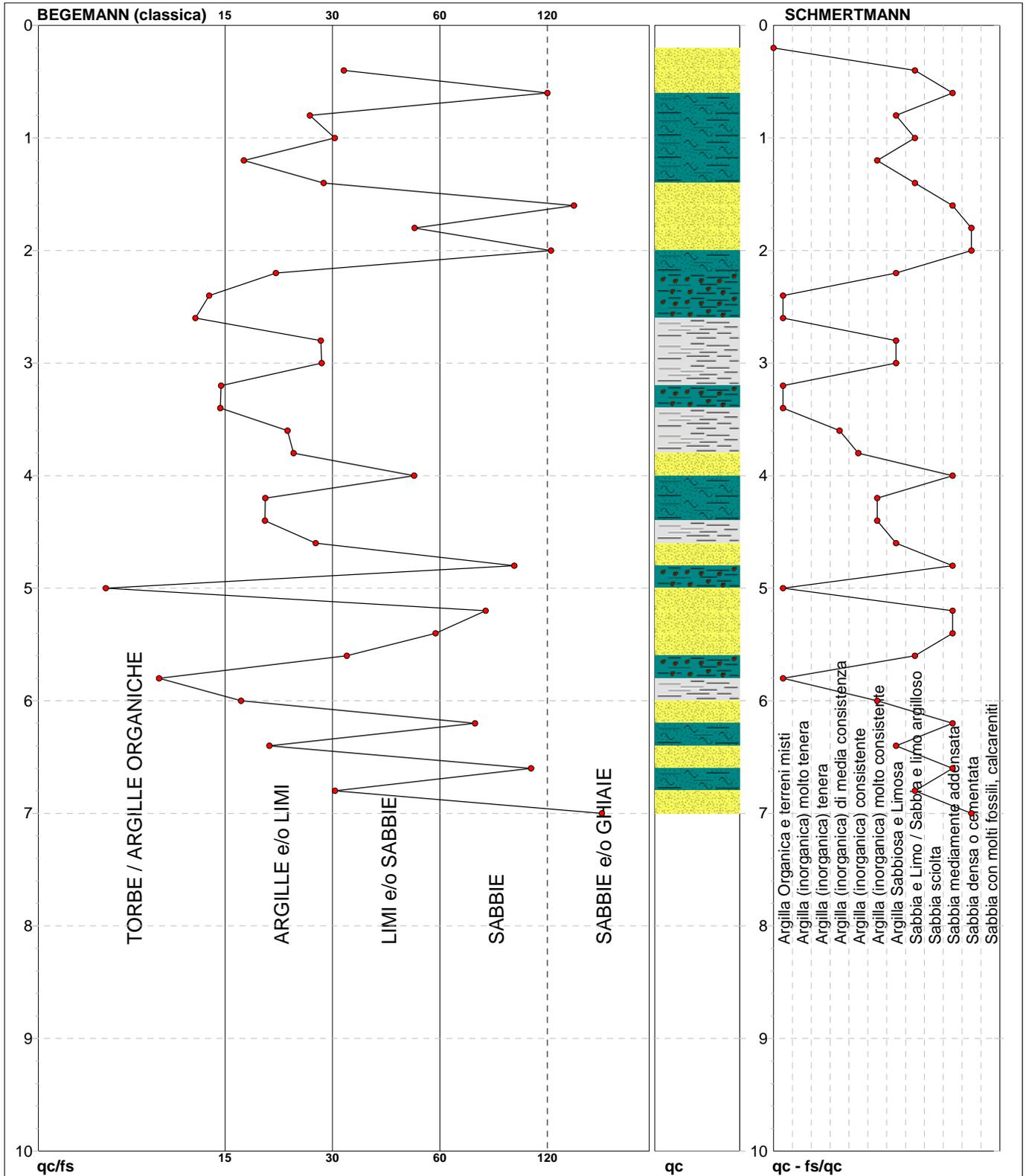
certificato n°

292/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: **1:50**
 Pagina: **1**
 Elaborato:

Data exec.: **01/06/2017**
 Data certificato: **06/06/2017**
 Falda: **-3,57 m da p.c.**



Torbe / Argille org. :	21 punti, 42,86%	Argilla Organica e terreni misti:	6 punti, 12,24%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	6 punti, 12,24%
Argille e/o Limi :	16 punti, 32,65%	Argilla (inorganica) media consist.:	1 punto, 2,04%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	5 punti, 10,20%
Limi e/o Sabbie :	5 punti, 10,20%	Argilla (inorganica) consistente:	1 punto, 2,04%	Sabbia mediamente addensata:	8 punti, 16,33%
Sabbie:	6 punti, 12,24%	Argilla (inorganica) molto consist.:	4 punti, 8,16%	Sabbia densa o cementata:	3 punti, 6,12%
Sabbie e/o Ghiaie :	2 punti, 4,08%				

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi N necessari.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione δ)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	massa battente	prof.max indagine
Leggero	DPL (Light)	$M \div 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M > 60$	> 25 m

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 20-30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / N_{spt}

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Previa definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)/2$
media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi N_{spt} della prova SPT : $N_{spt} = \beta N$ [ove per il coefficiente β potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia βt fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica R_{pd} viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$R_{pd} = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ R_{pd} = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$R_{pd}' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (N_{spt},Q_{spt}),

dall 'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$R_{pd}' = Q N = Q_{spt} N_{spt} \Rightarrow N_{spt} = N [Q/Q_{spt}] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta t = Q/Q_{spt}$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT (Q_{spt} = 7.83 kg/cm² = 0.768 MPa) per M = 63.5 kg, H = 0.75 m, D = 50.8 mm, A = 20.27 cm², d = 0.30 m) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente

prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

N_{spt} -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> δ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

N_{spt} -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

N_{spt} -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

R_{pd} -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g)]

V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Yoshida Motonori 1988)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN
1

riferimento

170601a

certificato n°

293/17

 Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

 U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

 Cantiere: **170601a**

Data certificato: 06/06/2017

 Località: **Capannori (LU)**

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: -3,57 m da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	0		0,00					
0,40	1	0		0,00					
0,60	2	0		0,00					
0,80	2	0		0,00					
1,00	2	0		0,00					
1,20	2	0		0,00					
1,40	2	0		0,00					
1,60	3	0		0,00					
1,80	3	0		0,00					
2,00	3	0		0,00					
2,20	3	0		0,00					
2,40	3	0		0,00					
2,60	4	0		0,00					
2,80	4	0		0,00					
3,00	4	0		0,00					
3,20	4	0		0,00					
3,40	4	0		0,00					
3,60	5	0		0,00					
3,80	5	0		0,00					
4,00	5	0		0,00					
4,20	5	0		0,00					
4,40	5	0		0,00					
4,60	6	0		0,00					
4,80	6	0		0,00					
5,00	6	0		0,00					
5,20	6	0		0,00					
5,40	6	0		0,00					
5,60	7	0		0,00					
5,80	7	0		0,00					
6,00	7	0		0,00					
6,20	7	0		0,00					
6,40	7	0		0,00					
6,60	8	0		0,00					
6,80	8	0		0,00					
7,00	8	11		72,63					
7,20	8	6		39,62					
7,40	8	6		39,62					
7,60	9	12		79,24					
7,80	9	12		79,24					
8,00	9	23		144,01					
8,20	9	18		112,70					

H = profondità

qcd = resistenza dinamica punta

L1 = prima lettura (colpi punta)

Asta = numero di asta impiegata

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN

1

referimento

170601a

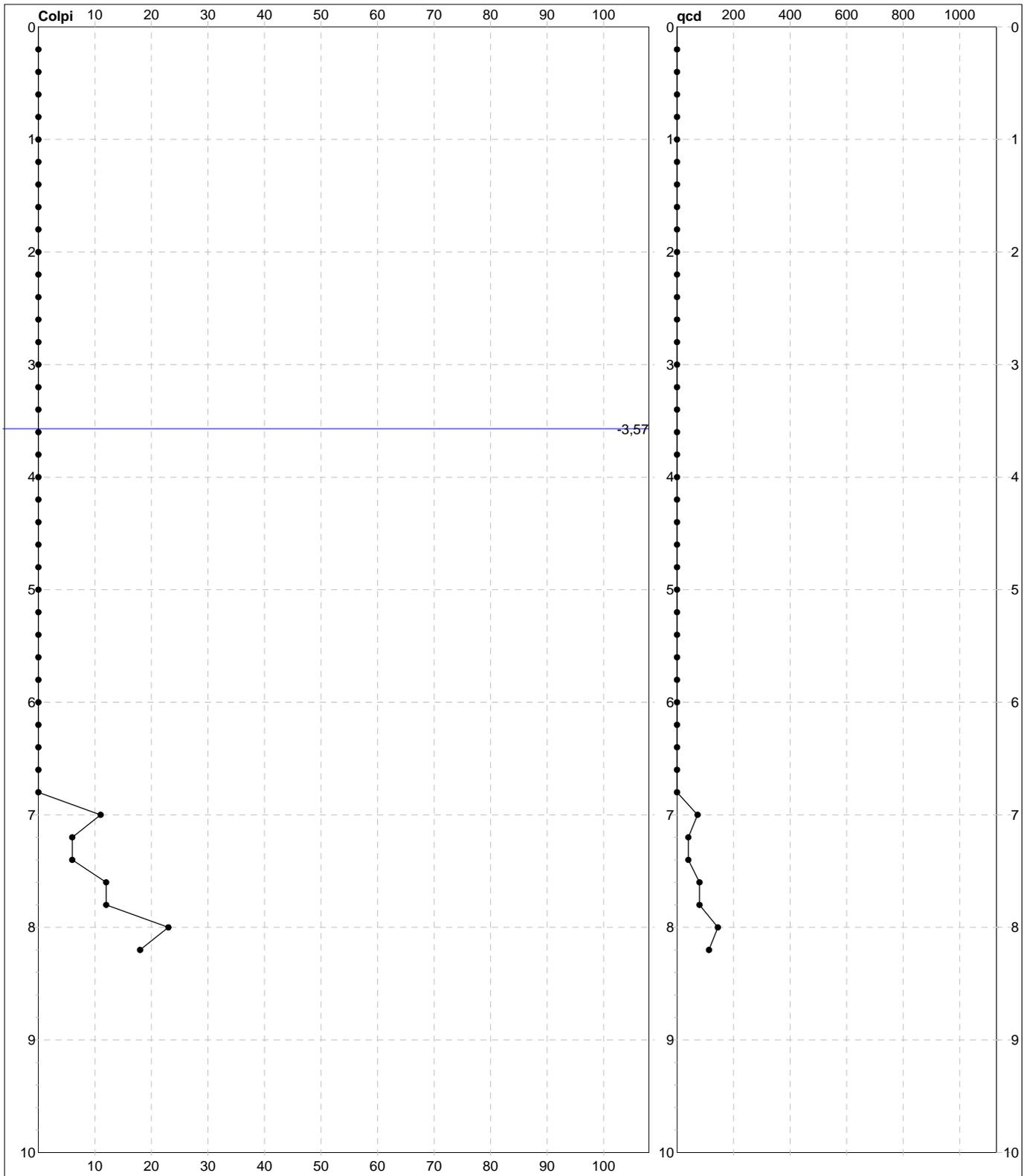
certificato n°

293/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: 1:50
 Pagina: 1
 Elaborato:

Data exec.: 01/06/2017
 Data certificato: 06/06/2017
 Falda: -3,57 m da p.c.



Penetrometro: DPSH (S. Heavy)
 Massa battente: 63,50 m
 Altezza caduta: 0,75 m
 Avanzamento: 0,20 m

Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi
Assistente:

Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

1

riferimento

170601a

certificato n°

293/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
Cantiere: **170601a**
Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data eseg.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: -3,57 m da p.c.

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	6,80 : 7,00	Media	11	1,52	17	72,63	69,14	177	116	3,63	Coes./Gran.	
2	7,00 : 7,40	Media	6	1,52	9	39,62	35,66	160	70	1,98	Coes./Gran.	
3	7,40 : 7,80	Media	12	1,52	18	79,24	71,31	182	121	3,96	Coes./Gran.	
4	7,80 : 8,20	Media	21	1,52	31	128,36	115,52	220	187	6,42	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	6,80 : 7,00	17	1,06	1,98	26,99	0,73	63	46	32	322	1,97	1,56	264	---
2	7,00 : 7,40	9	0,56	1,89	34,00	0,92	44	32	30	261	1,92	1,48	173	---
3	7,40 : 7,80	18	1,13	2,00	26,21	0,71	65	47	32	330	1,98	1,57	275	---
4	7,80 : 8,20	31	1,94	2,10	20,20	0,55	92	66	36	430	2,06	1,70	386	---

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN

2

riferimento

170601a

certificato n°

294/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

Cantiere: **170601a**

Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: -5,47 m da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	13		138,92					
0,40	1	17		181,67					
0,60	2	13		138,92					
0,80	2	8		85,49					
1,00	2	6		58,91					
1,20	2	3		29,46					
1,40	2	3		29,46					
1,60	3	2		19,64					
1,80	3	5		49,09					
2,00	3	4		36,33					
2,20	3	3		27,24					
2,40	3	3		27,24					
2,60	4	2		18,16					
2,80	4	3		27,24					
3,00	4	2		16,89					
3,20	4	3		25,34					
3,40	4	3		25,34					
3,60	5	2		16,89					
3,80	5	3		25,34					
4,00	5	5		39,48					
4,20	5	3		23,69					
4,40	5	2		15,79					
4,60	6	2		15,79					
4,80	6	3		23,69					
5,00	6	5		37,06					
5,20	6	6		44,47					
5,40	6	3		22,24					
5,60	7	6		44,47					
5,80	7	13		96,36					
6,00	7	9		62,86					
6,20	7	8		55,87					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN

2

riferimento

170601a

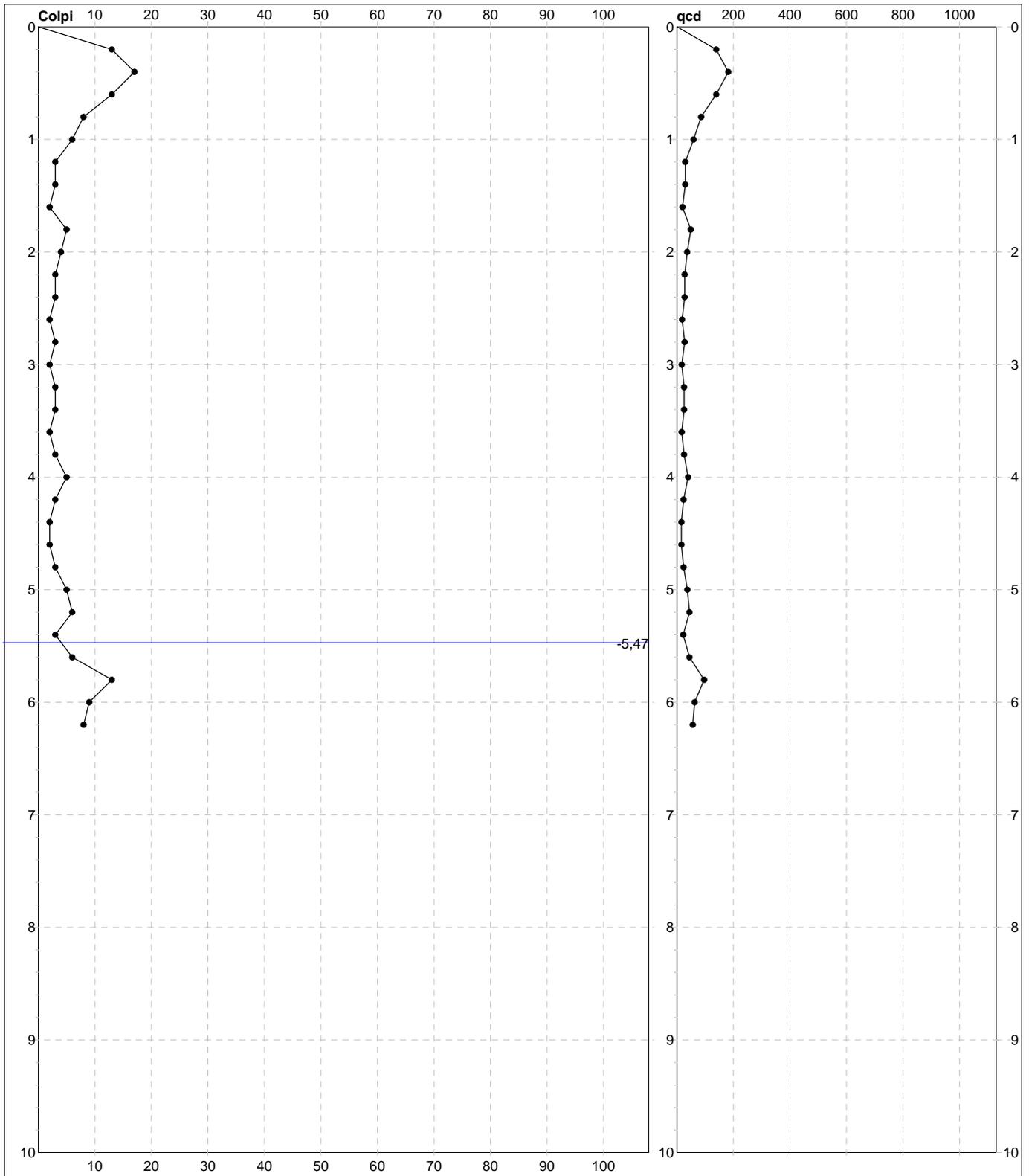
certificato n°

294/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: 1:50
 Pagina: 1
 Elaborato:

Data exec.: 01/06/2017
 Data certificato: 06/06/2017
 Falda: -5,47 m da p.c.



Penetrometro: DPSH (S. Heavy)
 Massa battente: 63,50 m
 Altezza caduta: 0,75 m
 Avanzamento: 0,20 m

Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi
 Assistente:

Preforo: m
 Corr.astine: kg/ml
 Cod.ISTAT: 0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

2

riferimento

170601a

certificato n°

294/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

Cantiere: **170601a**

Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: -5,47 m da p.c.

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,60	Media	14	1,52	22	153,17	137,85	101	142	7,66	Coes./Gran.	
2	0,60 : 1,00	Media	7	1,52	11	72,20	67,32	108	82	3,61	Coes./Gran.	
3	1,00 : 4,80	Media	3	1,52	4	25,90	24,09	116	36	1,30	Coes./Gran.	
4	4,80 : 5,60	Media	5	1,52	8	37,06	33,36	147	63	1,85	Coes./Gran.	
5	5,60 : 6,20	Media	10	1,52	15	71,70	66,71	168	105	3,58	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,60	22	1,38	2,04	23,28	0,63	73	53	34	361	2,00	1,61	309	---
2	0,60 : 1,00	11	0,69	1,91	32,11	0,87	50	37	30	276	1,94	1,51	196	---
3	1,00 : 4,80	4	0,25	1,80	41,67	1,13	30	15	28	222	1,87	1,39	116	---
4	4,80 : 5,60	8	0,50	1,87	34,98	0,94	41	28	29	253	1,91	1,46	161	---
5	5,60 : 6,20	15	0,94	1,96	28,61	0,77	59	43	32	307	1,96	1,54	241	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN

3

riferimento

170601a

certificato n°

295/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

Cantiere: **170601a**

Data certificato: 06/06/2017

Località: **Capannori (LU)**

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: Assente

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	82		876,27					
0,40	1	43		459,51					
0,60	2	22		235,10					
0,80	2	11		117,55					
1,00	2	8		78,55					
1,20	2	4		39,28					
1,40	2	1		9,82					
1,60	3	2		19,64					
1,80	3	1		9,82					
2,00	3	2		18,16					
2,20	3	3		27,24					
2,40	3	2		18,16					
2,60	4	2		18,16					
2,80	4	3		27,24					
3,00	4	2		16,89					
3,20	4	2		16,89					
3,40	4	3		25,34					
3,60	5	4		33,79					
3,80	5	4		33,79					
4,00	5	3		23,69					
4,20	5	3		23,69					
4,40	5	2		15,79					
4,60	6	3		23,69					
4,80	6	3		23,69					
5,00	6	2		14,82					
5,20	6	4		29,65					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN

3

riferimento

170601a

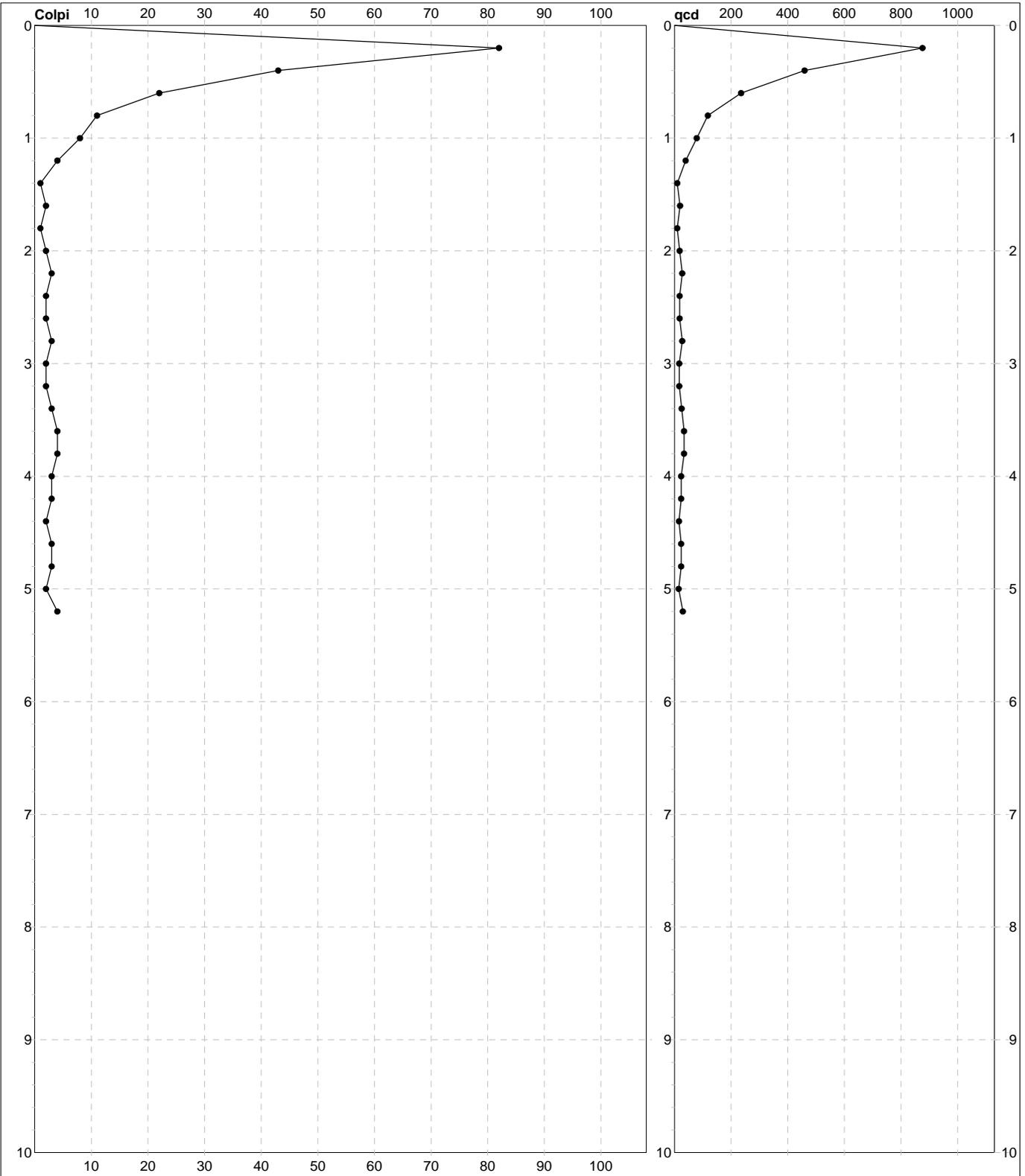
certificato n°

295/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: 1:50
 Pagina: 1
 Elaborato:

Data exec.: 01/06/2017
 Data certificato: 06/06/2017
 Falda: Assente



Penetrometro: DPSH (S. Heavy) Massa battente: 63,50 m Altezza caduta: 0,75 m Avanzamento: 0,20 m	Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi Assistente:	Preforo: m Corr.astine: kg/ml Cod.ISTAT: 0
--	---	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

3

riferimento

170601a

certificato n°

295/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

Cantiere: **170601a**

Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,40	Media	63	1,52	95	667,89	601,10	131	459	33,39	Coes./Gran.	
2	0,40 : 0,80	Media	17	1,52	25	176,33	158,69	118	158	8,82	Coes./Gran.	
3	0,80 : 1,20	Media	6	1,52	9	58,92	53,02	109	70	2,95	Coes./Gran.	
4	1,20 : 2,00	Media	2	1,52	2	14,36	13,26	92	21	0,72	Coes./Gran.	
5	2,00 : 5,20	Media	3	1,52	4	23,28	21,38	121	36	1,16	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,40	95	5,94	2,10	20,20	0,55	222	100	45	924	2,24	1,99	932	---
2	0,40 : 0,80	25	1,56	2,08	21,25	0,57	79	58	35	384	2,02	1,64	335	---
3	0,80 : 1,20	9	0,56	1,89	34,00	0,92	44	32	30	261	1,92	1,48	173	---
4	1,20 : 2,00	2	0,13	1,75	46,91	1,27	25	8	27	207	1,85	1,36	93	---
5	2,00 : 5,20	4	0,25	1,80	41,67	1,13	30	15	28	222	1,87	1,39	116	---